

# Grow module

Kasvatusjärjestelmä hyötykasvien kotikasvatukseen

Juha Ryhänen  
Opinnäytetyö  
Lahden ammattikorkeakoulu  
Muotoiluinstituutti  
Kalustemuotoilu  
Kevät 2017

Juha Ryhänen  
Opinnäytetyö - 48 sivua  
Lahden ammattikorkeakoulu - Muotoiluinstituutti  
Muotoilun koulutusohjelma - Kalustemuotoilu  
Kevät 2017

## Tiivistelmä

Grow module  
Kasvatusjärjestelmä hyötykasvien kotiviljelyyn

Opinnäytetyöni esittelee puoliautomaattisen modulaarisen kasvatusjärjestelmän joka perustuu suljettuun ekosysteemiin. Järjestelmä on suunniteltu kotiympäristöön ja se sisältää kasvien kasvatusyksikön sekä mullan ja biojätteen kierrättämisen.

Avainsanat:  
Hyötykasvit  
Kotikasvatus  
Kasvatusjärjestelmä

Juha Ryhänen  
Bachelor thesis - 48 pages  
Lahti university of applied sciences - Institute of design  
Degree program of design - Furniture design  
Spring 2017

## Abstract

Grow module  
Home growing system for useful plants

My bachelor's thesis introduce a semi-automatic modular growing system witch based on the closed ecosystem. The system is designed to use in home enviroment and it's include a growing space and recycling system for soil and biowaste.

Keywords:  
Useful plants  
Home growing  
Growing system

# Sisällysluettelo

## 1. Johdanto

- 1.1 Aihe ja tausta
- 1.2 Tutkimusasetelma

## 2. Kasvien kotiviljelystä

- 2.1 Käsite ja trendi
- 2.2 Kasvatusmenetelmät
- 2.3 Käytetystä tekniikasta

## 3. Bokashi -menetelmä ja multatehdas

- 3.1 Käsite ja ominaisuudet
- 3.2 Biojätteen käyttöönotto
- 3.3 Multatehdas

## 4. Kasvinviljelyjärjestelmä kotiympäristöön

- 4.1 Kasvatuksen ekosysteemi, järjestelmän rakenne sekä tarvittava tekniikka
- 4.2 Tyyli ja tunnelma
- 4.3 Eettiset tavoitteet
- 4.5 Rajaus

## 5. Suunnitteluprosessi

- 5.1 Rakenne, dimensiot ja elementit
- 5.2 Materiaalit
- 5.3 Toiminnan koreografia
- 5.4 Valaistus
- 5.5 Mikrokontrolleri
- 5.6 Kasvatusyksikkö -konsepti

## 6. Lopputulos

- 6.1 Konseptin esittely
- 6.2 Jatkokehitys

## 7. Arviointi

- 7.1 Lopputulos
- 7.2 Prosessi

Lähdeluettelo

# I. Johdanto

## I.1 Aihe ja tausta - mikä ja miksi

Valitun aiheen taustalla on pitkäaikainen mielenkiintoni ekologiseen elämäntapaan, terveelliseen ravintoon sekä hyötykasvien lääkinällisiin ominaisuuksiin. Nykyaikainen ruuantuotanto keskittyy lähinnä maksimaaliseen voiton tavoitteluun ja kasvien nopeaan tuottamiseen ravintoarvojen kustannuksilla. Sen lisäksi ettet voi tietää mitä kemikaaleja kasvin kasvattamiseen on käytetty ovat yrtit ja salaattit ovat järjestään pakattu muovisiin pakkauksiin jotka kuluttavat osaltaan luonnonvaroja. Käytännössä kun ostat salaatin, ostat samalla muovia.

Teknisen kehityksen myötä voidaan suunnitella kasvatusjärjestelmä joka on energiatehokas ja älykäs. Mikroprosessorit voidaan valjastaa tarkkailemaan kasvatusympäristöä jolloin ihmiselle jää enemmän aikaa kaikkeen muuhun. Kasvatusledien spektrit tarjoavat kasveille juuri oikeanlaista valoa ja biojätteen sekä mullan kierrättämiseen on kehitelty menetelmiä jotka soveltuvat hyvin kotiympäristöön. Kun nämä kaikki yhdistetään voidaan päästä toimivaan lopputulokseen joka pienentää ihmisen hiilijalanjälkeä.

## I.2 Tutkimusasetelma

Selvitettyäni millaisia kaupallisia ratkaisuja kotikasvatukseen on tarjolla ymmärsin että markkinoilla olevat tuotteet eivät vastaa sitä mitä olin hakemassa. Tuotteet keskittyvät pienimuotoiseen kasvatukseen eikä suurempia kasvatusjärjestelmiä ole juurikaan tarjolla.

Tämän selvittyä keskityin suunnittelemaan järjestelmän joka olisi jotain ihan muuta. Tutkin kasvien fysiologiaa ja samaan aikaan selvitin käytettyjä kasvatusmenetelmiä sekä kasvatuslaitteistoa. Löysin tekniikat biojätteen ja mullan kierrättämiseen sekä järjestelmän ohjaamiseen. Hankin tietoa lähinnä internetistä sekä kasvien osalta luin kirjallisuutta. Päättelin järjestelmän toimivuutta luonnostelemalla, mallintamalla sekä kokeilemalla.

## 2. Hyötykasvien sisäviljelystä

### 2.1 Käsite ja trendi

Hyötykasvien sisäviljelyllä tarkoitetaan ravinto-, mauste- ja lääkekasvien kasvattamista kasvihuoneessa, asunnossa, toimistossa, varastotilassa tai ravintolassa erilaisia kasvatustekniikoita ja -välineitä hyväksikäyttäen. Kotiviljelyllä tarkoitetaan kotona tapahtuvaa kasvatusta. Kotiviljelyn perusteena voi esimerkiksi olla huoli ostettavan ravinnon puhtaudesta, ruuan tai mausteiden tuottamisen ekologisuudesta, tai siitä että viljely ulkona on mahdotonta johtuen ilmastollisista olosuhteista, tai omasta asuinpaikasta.

Sisäkasvatuksen megatrendejä vuonna 2015 olivat: Automaatio, big data, uudet lajikkeet, megafarmit, nanofarmit ja kasvien muuntelu tarkoituksen mukaan (*Kerslake 2015.*). Nopeasti kehittyvä tekniikka mahdollistaa entistä tehokkaampien ja automatisoitujen kasvihuoneiden suunnittelun jotka käyttävät big dataa kasvun optimointiin. Vertikaaliseen kasvatukseen perustuvia automatisoituja megafarmeja perustetaan ympäri maailmaa ja samaan aikaan kun monet start up -yritykset kehittelevät nanofarmeja kotiolosuhteisiin. Ikea laajentaa sisäkasvatuksen kenttää suunnittelemalla kasvatusjärjestelmää ravintoloihin (*Lofgren 2016.*). Nämä seikat indikoivat lähiruuan tuotannon nousua uudelle tasolle.



Basilika [www.medicalnewstoday.com](http://www.medicalnewstoday.com)



Yrttien ruukkukasvatusta [cdn.jamieoliver.com](http://cdn.jamieoliver.com)



## Kasvatuksen trendejä



Ikean ja Space10:n kasvatuskonsepti ravintoloihin [assets.inhabitat.com](https://assets.inhabitat.com)



Vertikaaliviljelyä [assets.inhabitat.com](https://assets.inhabitat.com)



Ikean ja Space10:n open source -kasvatustila [www.designboom.com](http://www.designboom.com)



Robotti kasvihuoneessa [newsroom.cisco.com](https://newsroom.cisco.com)

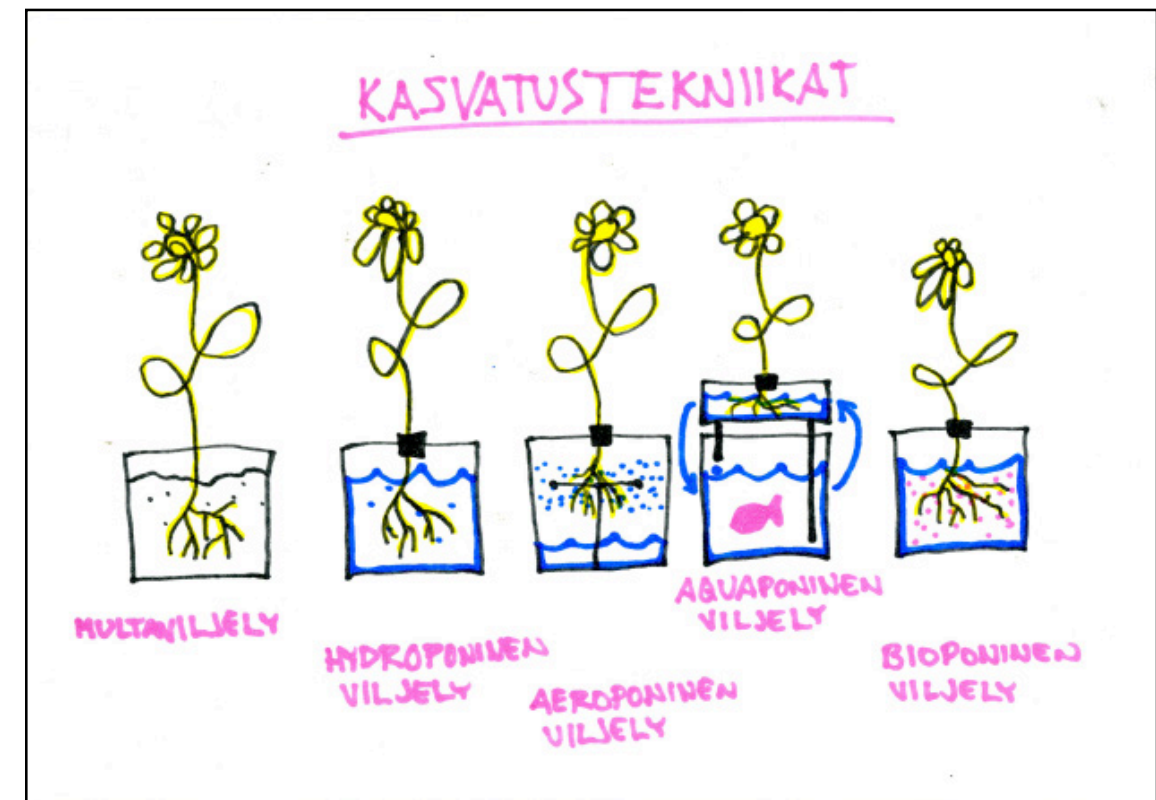


## 2.2 Kasvatusmenetelmät

Kasvatusmenetelmät voidaan jakaa karkeasti multaviljelyyn ja vesiviljelyyn, joka pitää sisällään useita erilaisia menetelmiä. Multaviljeltäessä siemen tai pistokas istutetaan maa-ainekseen jossa se kasvaa alusta loppuun asti. Maa-aines voi sisältää esimerkiksi multaa, turvetta, perliittiä ja vermikuliittia sekä terveen mikrobikannan. Perliitillä sekä turpeella saadaan kasvupohjaan ilmapuutaa ja vermikuliitilla on vettä sitovia ominaisuuksia. Kasvi käyttää kasvualustan ravinteita kunnes ne loppuvat jolloin multa vaihdetaan tai ravinteita lisätään lannoituksen avulla.

Vesiviljely on yleinen termi tekniikoista joissa kasvi ei kasva maa-aineksessa vaan on usein istutettu väliaineeseen joka voi olla kookoskuitua, perliittiä tai kivivillaa. Väliaineen tarkoitus on tukea kasvia. Kasvin juuret kasvavat pois väliaineesta ja ovat vapaana juuritulassa. Kasvit käyttävät hyväkseen ravinneliuosta joka on veden ja erilaisten ravinteiden sekoitus. Kasvin tärkeimmät ravinteet ovat typpi (N), fosfori (P) ja kalium (K). Kasvit tarvitsevat myös muita lukuisia makro- ja mikroravinteita optimaaliseen kasvuun. Vesiviljelyravinteet voivat olla mineraalipohjaisia tai orgaanisia. Kasvualustan lisäksi kasvit tarvitsevat hiilidioksidia jota usein saadaan riittävästi huoneilmasta sekä valoa joka voi olla luonnonvaloa tai keinovaloa. Tämän lisäksi kasvit tarvitsevat vaihtelevan määrän lämpöä.

Hydroponisessa menetelmässä siemen tai pistokas istutetaan väliaineeseen joka on usein pienessä ruukussa. Ruukusta kasvi kasvattaa juuret säiliöön jossa on vettä, ravinteita sekä happea. Hydroponista kasvatusta voidaan toteuttaa useilla erilaisilla menetelmillä.



Vesiviljelyjärjestelmä [gardenculturemagazine.com](http://gardenculturemagazine.com)

Aeroponisessa viljelyssä kasvin juuret ovat tilassa jossa ravinneliuos on sumuna, sumu voidaan aikaansaada esimerkiksi suuttimilla ja paineella tai tarkoitukseen sopivalla sumua tuottavalla laitteella. Aeroponisen menetelmän etuihin voidaan lukea vähäinen veden käyttö sekä suuri happipitoisuus juuritilassa.

Aquaponisessa viljelymenetelmässä kasvatetaan kasveja, kaloja sekä levää. Suljetussa ekosysteemissä akvaarion vesi suodattuu systeemin hydroponisen osan kautta takaisin kalojen käytettäväksi.

Bioponisessa viljelyssä yhdistetään vesiviljely ja hallittu bakteerikanta. Tarkoitus on ylläpitää pienimuotoinen biotooppi, jossa elävä bakteerikanta muuttaa haitallisia yhdisteitä vaarattomampaan muotoon.

## 2.3 Käytetyistä tekniikoista

Sisäkasvatus yksinkertaisimmillaan tarkoittaa kukkaruukkua ikkunalaudalla. Usein tämä tarkoittaa rajallista kasvukautta ja pieniä satoja. Mikäli halutaan saada suurempia satoja vuoden ympäri, joudutaan vähintäänkin lisäämään valaistusta. Nykyään on saatavilla monenlaisia kasvivaloja joiden kokoa ja tehoa voidaan valikoida tarpeen mukaan. Kasvivalo voi olla valkoista valoa tai valoa jonka spektriä on muokattu kasvin tarpeisiin.

Vesiviljeltäessä järjestelmät voivat olla passiivisia tai aktiivisia. Passiivinen järjestelmä voi toimia altakasteluperiaatteella jolloin mitään teknisiä apuvälineitä ei tarvita. Aktiivisissa järjestelmissä ravinnenestettä pumpataan pumppujen avulla juurille tai sitä hapetetaan ilmapumpun avulla.



Hydroponinen Deep Water Culture -menetelmä [citycrop.io](http://citycrop.io)



Kasvivalo [biogreen.de](http://biogreen.de)



Kaupallisia kasvatusjärjestelmiä:



Tregren - Herbie  
109€  
Vesiviljelyjärjestelmä  
2-6 kasvia  
Suomi



Tregren - Genie  
59.90€  
Vesiviljelyjärjestelmä  
1-3 kasvia  
Suomi



Zengarden  
sh. 118€  
Vesiviljelyjärjestelmä  
6 kasvia  
Suomi



Fiskars HerbGarden  
79€  
Vesiviljelyjärjestelmä  
2-4 kasvia  
Suomi



Fiskars KitchenGarden  
170€  
Vesiviljelyjärjestelmä  
1-4 kasvia  
Suomi



Plantui 6  
265€  
Vesiviljelyjärjestelmä  
6 kasvia  
Plant capsule 5,9€ / 3  
kasvia  
Suomi





IKEA Krydda/Vaxer  
115,91€  
Vesiviljelyjärjestelmä  
15 kasvia  
Ruotsi



IKEA Krydda/Vaxer  
275,93€  
Vesiviljelyjärjestelmä  
45 kasvia  
Ruotsi



Urban cultivator Resi-  
dential  
2200\$  
Vesiviljelyjärjestelmä  
USA



Omega garden Volksgarden  
2400€  
Vesiviljelyjärjestelmä  
80 kasvia  
Kanada



Tower garden growing  
system  
500\$  
Vesiviljelyjärjestelmä  
20 kasvia  
USA



Clic and Grow  
Wall farm MINI  
890\$  
Vesiviljelyjärjestelmä  
34 kasvia  
Usa

Refills 19.90\$ / 3 kpl

# 3. Bokashi -menetelmä ja multatehdas

## 3.1 Käsité ja ominaisuudet

Sana bokashi on japania ja tarkoittaa "fermentoitua orgaanista ainesta". Bokashi-menetelmällä fermentoidaan orgaanista ainesta mikro-organismien avulla. Fermentointi tapahtuu hapettomassa (anaerobisessa) ja suljetussa ympäristössä. Kaikki orgaaninen aine pystytään käyttämään hyväksi (takalaiska.blogspot.fi 2016.).

Microbikanta on nimeltään EMI ja sen on kehitetty Japanissa vuonna 1982 (emrojapan.com 2016.). EMI sisältää pääasiassa erilaisia maitohappobakteereja ja hiivoja jotka aloittavat käymisprosessin ja estävät jätteen pilaantumisen. Prosessi on käytännössä hapatusta ja samankaltainen kuin esimerkiksi hapankaalin valmistuksessa. Bokashi ei tuota juurikaan hiilidioksidia tai metaania ilmakehään. Verrattuna perinteisempään lämpökompostointiin jonka hiilijalanjälki on 669kg/tonni, Bokashin hiilijalanjälki on 25kg/tonni (bokashigarden.fi 2015.).

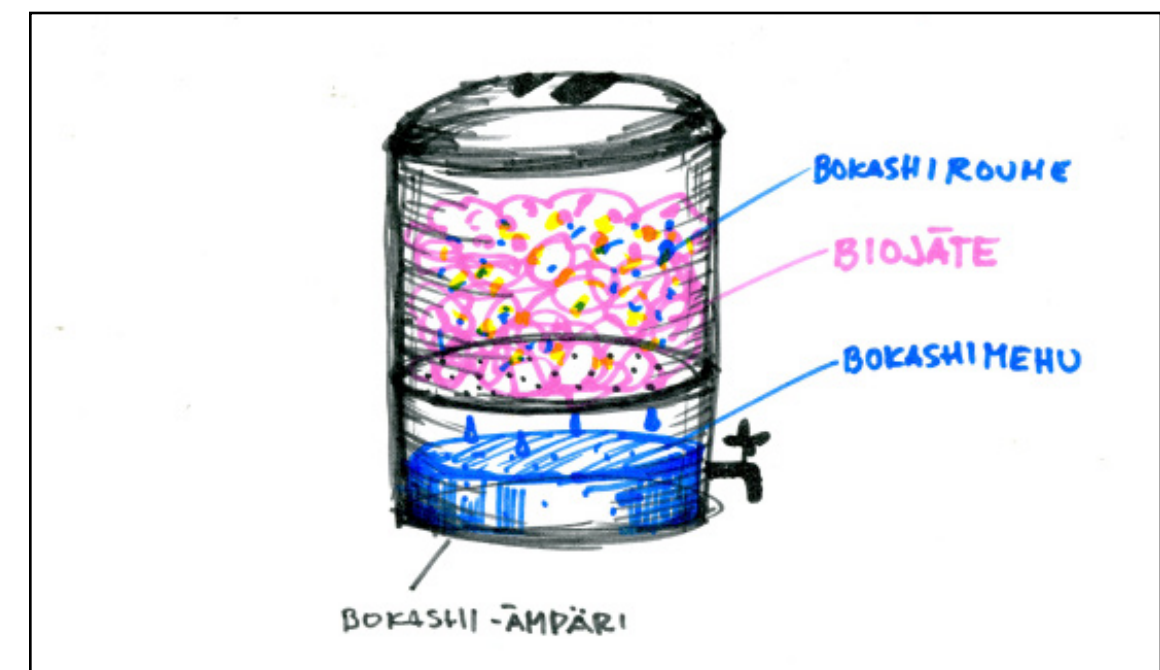
Biojätteiden fermentoinnin lisäksi EM:n käyttökohteita on karjataloudessa ja kalanviljelyksessä jossa EM:ää hyödyntämällä saadaan eläimille puhtaammat elinympäristöt ja antibioottien käyttöä voidaan vähentää eläinten terveyden parantuessa. EM:ää käytetään rikastuttamaan viljelymaata sekä luontaisena tuholaissuojana ja lannoitteena jolloin kemialliset lannoitteet ja myrkyt jäävät tarpeettomiksi. Vesistöjen luontainen puhdistaminen ja ekosysteemin parantaminen

onnistuu lisäämällä vesistöön microbikantaa joka on pohja koko vesistön biodiversiteetille (emrojapan.com 2016.).

## 3.2 Biojätteen käyttäminen Bokashissa

Bokashiprosessissa biojäte pilkotaan pieneksi ja kerätään ns. Bokashiastiaan. Sekaan lisätään hieman bokashirouhetta tai -nestettä joka sisältää EM:ää. Astian täytyttyä sen annetaan fermentoitua noin kaksi viikkoa jonka jälkeen hapattunut aines on valmista jatkokäyttöön.

Sivutuotteena fermentointiprosessi tuottaa bokashinestettä jota voidaan käyttää lannoitteena. Bokashineste on erittäin ravinnepitoista joten se laimennetaan veteen suhteessa 1/100-1/500 riippuen käyttötarkoituksesta. Oikein tehtynä fermentointiprosessi on hajuton joten bokashia voidaan käyttää esimerkiksi keittiössä jossa biojäte usein syntyy. Bokashi-fermentoinnin etuihin kuuluu myös skaalattavuus. Prosessin kannalta ei ole merkitystä millaisia määriä fermentoidaan (takalaiska.blogspot.fi 2016.).



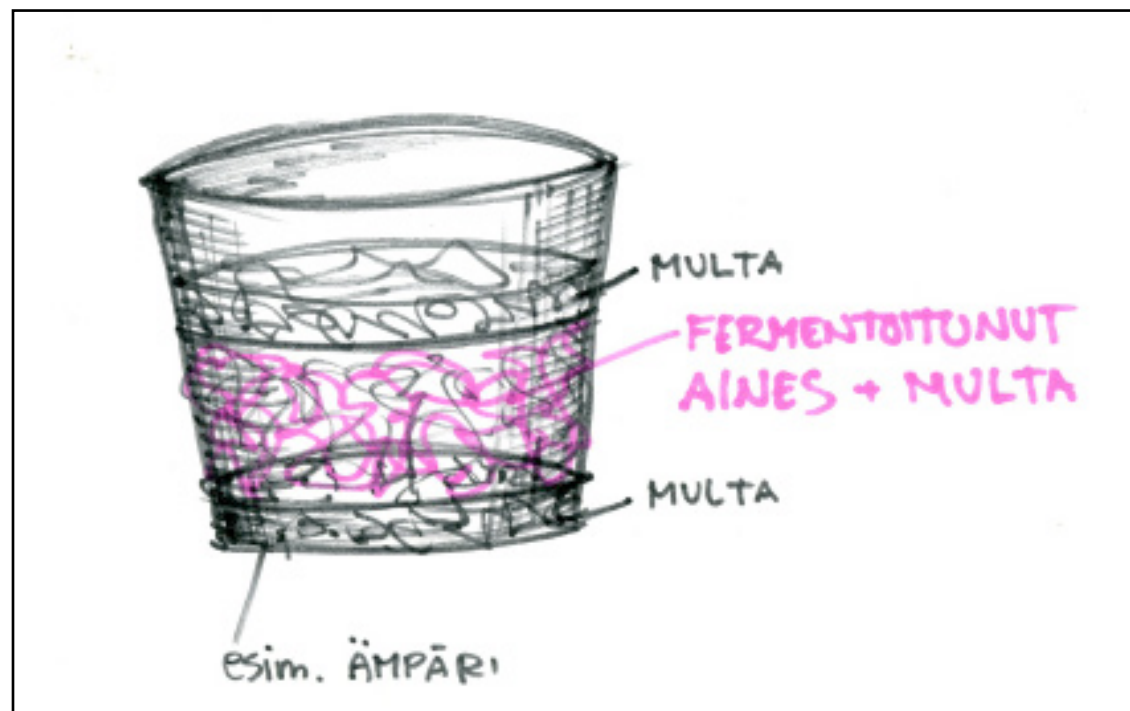
Bokashiastian rakenne



### 3.3 Multatehdas

Multatehdas on yksinkertaisimmillaan astia johon on sekoitetaan kasvatuksessa käytettyä multaa 70% sekä fermentoitunutta bokashiainesta 30%. Astian pohjalle lisätään kerros multaa jonka jälkeen lisätään bokashiaineksen ja mullan sekoitusta. Tämän päälle lisätään vielä multakerros hajulukoksi. Astia jätetään avonaiseksi. Kahden viikon kuluttua multa on ravinteikasta ja täynnä kasveille hyödyllisiä microbeja. Mullan olisi hyvä seistä toiset kaksi viikkoa jolloin mullan Ph-arvo asettuu kasveille suotuisille lukemille ja multa on valmista käytettäväksi.

Multatehdas tuottaa joka kierrolla noin 30% enemmän multaa johtuen bokashiaineksen lisäämisestä kiertoon joten puutarhaa pystytään tarvittaessa laajentamaan ilman että uutta multaa tarvitsee erikseen ostaa ([takalaiska.blogspot.fi](http://takalaiska.blogspot.fi) 2016.).



Multatehtaan toimintaperiaate



Bokashin tekoa [www.compostinghome.com](http://www.compostinghome.com)

## 4. Kasvinviljelyjärjestelmä kotiympäristöön

### 4.1 Kasvatuksen ekosysteemi, järjestelmän rakenne sekä tarvittava tekniikka

Orgaaniseen multakasvatukseen perustuva järjestelmä ottaa huomioon koko kasvin elinkaaren siemenestä sadonkorjuuseen sekä kasvatuksesta syntyvän käytetyn mullan kierrättämisen bokashi-menetelmää ja multatehdasta hyödyntäen.

Järjestelmää voidaan käyttää monella tasolla.

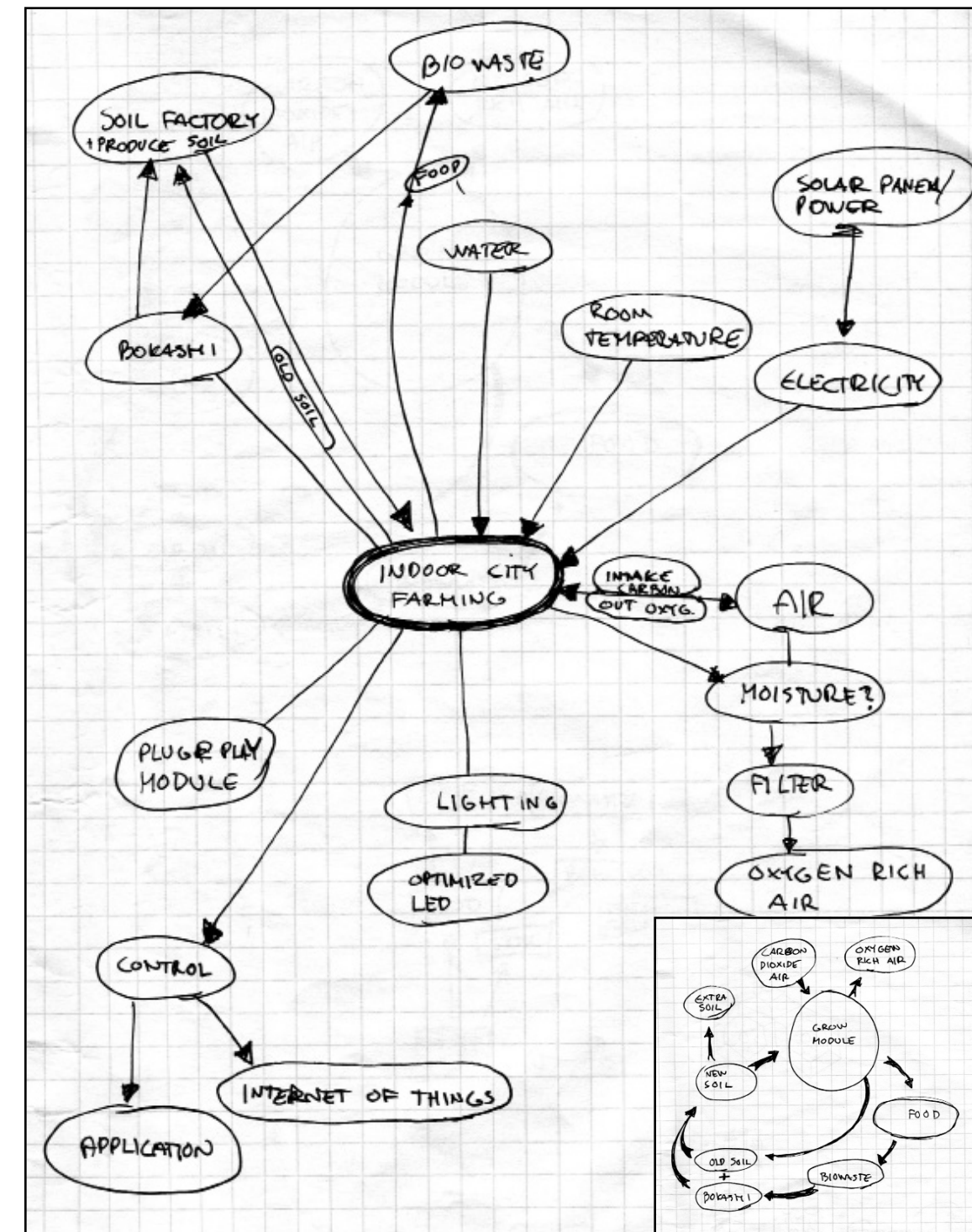
Täydellisimmillään järjestelmä sisältää kasvatusyksikön, bokashiastian ja multatehtaan. Off the grid-periaatteella järjestelmän vaatima sähkö voidaan tuottaa esimerkiksi aurinkopaneeleiden ja tuuliturbiinien, sekä varaavan akuston avulla. Vedeksi käytetään sade- tai kaivovettä. Siemenet tuotetaan itse ja pistokkaita hyödynnetään kasvatuksessa jolloin päästään täydelliseen omavaraisuuteen. Internetin keskustelupalstoilla on siementenvaihtorinkejä jolloin lajikirjon kasvattaminen onnistuu helposti.

Toinen ääripää järjestelmän käyttämisestä on käyttää pelkkää kasvatusyksikköä johon yrtit ostetaan kaupasta. Tällöin yrtit kannattaa istuttaa yksikön ruukkuihin jolloin ne jatkavat kasvua ja pysyvät hengissä pidemmän aikaa.

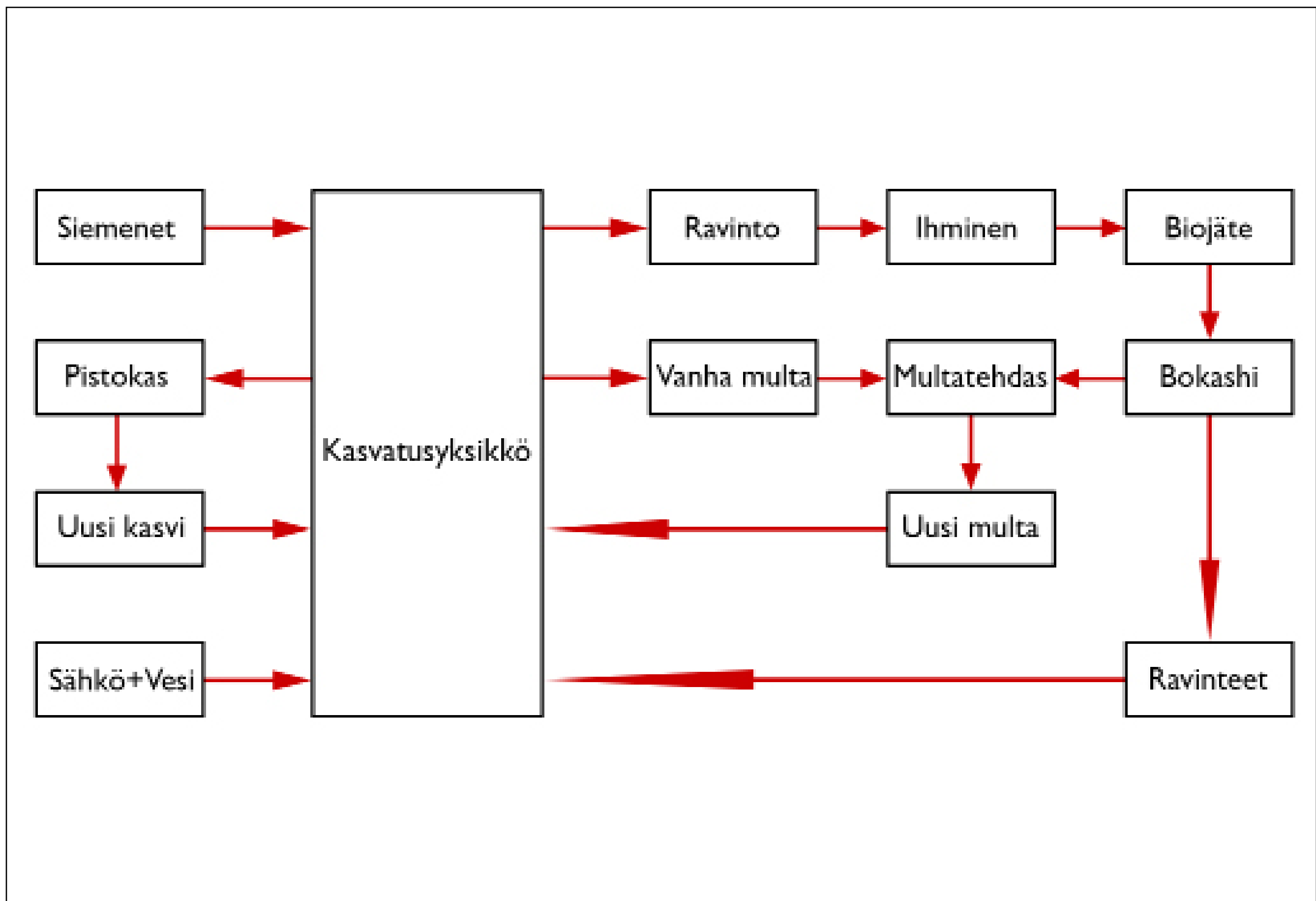
Järjestelmän rakenne koostuu kolmesta elementistä joita ovat kasvatusyksikkö, bokashiastia sekä multatehdas.

Kasvatusyksikkö sisältää ruukut joihin kasvit istutetaan,

kasvivalon, sekä puoliautomaattisen altakasteluperiaatteella toimivan kastelujärjestelmän. Kasvatusyksikkö sisältää myös mikrokontrollerin joka ohjaa valaistusta ja vahtii veden määrää säiliössä. Kasvatusyksikkö on modulaarinen jolloin sen laajentaminen onnistuu helposti ja näin ollen se palvelee monenlaisia tarpeita.



Kasvatusjärjestelmän luonnos



Kasvatusjärjestelmäkaavio

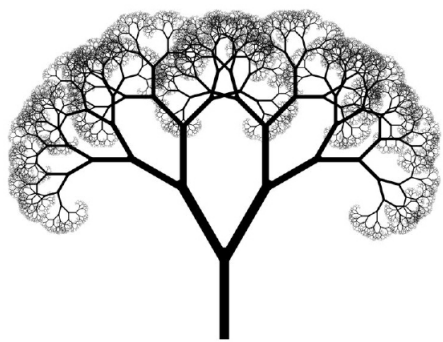


## 4.2 Tyyli ja tunnelma

Järjestelmä suunnitellaan moderniin skandinaaviseen arkkitehtuuriin sekä -sisustusarkkitehtuuriin. Tuotteen ulkomuodon tulee viestiä käyttötarkoitustaan ja käytettävyyttä.

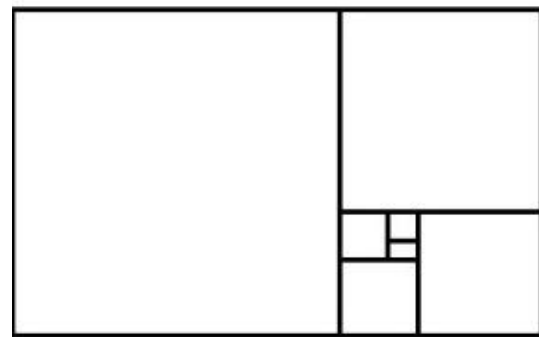
Kasvatusyksikön sekä kasvien muotokielten tulisi tukea toinen toisiaan. Kasveille on ominaista orgaaniset ja toistuvat muodot. Suoria linjoja ei ole ja vaikka näennäisesti kasveilla on paljon identtisiä ja toistuvia muotoja, silti jokainen oksa, lehti tai kukinto on uniikki. Tästä huolimatta kasvin ulkomuoto ei ole kaaos vaan kokonaisuus on harmoninen ja hallittu. Luonnossa esiintyvät geometriset säännöt ja mittasuhteet kuten Fibonaccin luvut ja fraktaaligeometria pitävät huolen tästä (Parveen 2016.).

Ohjaavia tekijöitä kasvatusyksikön tyyliä ja muotoa mietittäessä on tuotteen rakenne, käyttämisen koreografia, valitut materiaalit sekä kasvit. Pyrin sitomaan tuotteen muotokielen kasvien muotokieleen noudattaen mahdollisuuksien mukaan samoja geometrisia sääntöjä joita luonnossa esiintyy. Tämän lisäksi pyrin minimalistiseen, huolellisesti sommiteltuun kokonaisuuteen joka sisältää ainoastaan oleellisen.



s-media-cache-ak0.piniimg.com

+



s-media-cache-ak0.piniimg.com



Workshop chair - Cecilie Manz

muuto.com

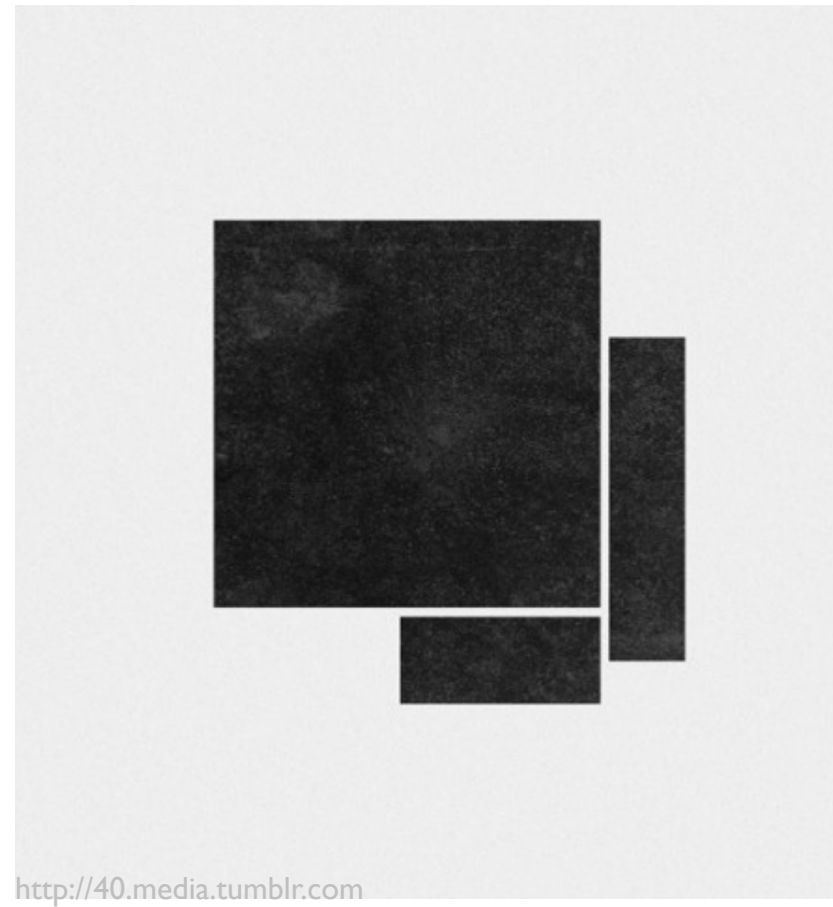
Mai Cloth rack - Juha Ryhänen



s-media-cache-ak0.piniimg.com



## Moodboard





### 4.3 Eettiset tavoitteet

Järjestelmän tulee rasittaa ympäristöä mahdollisimman vähän. Käytettävät materiaalit ja komponentit ovat pitkäikäisiä ja kierrätettäviä. Sähkön- ja vedenkulutus pyritään optimoimaan kasvin tarpeiden mukaan. Tuotteen valmistusprosessissa pyritään energiatehokkuuteen suunnittelemalla osat materiaalien ja tuotantotapojen ehdoilla.

Järjestelmää käyttämällä voidaan vähentää muovin ja biojätteen määrää kotitalouksissa. Järjestelmä säästää ympäristöä koska osa elintarvikkeista tuotetaan kotona jolloin kaikki kyseistä elintarviketta koskeva kuljetus, valmistus, pakkaus, varastointi ja hävikki jää pois.

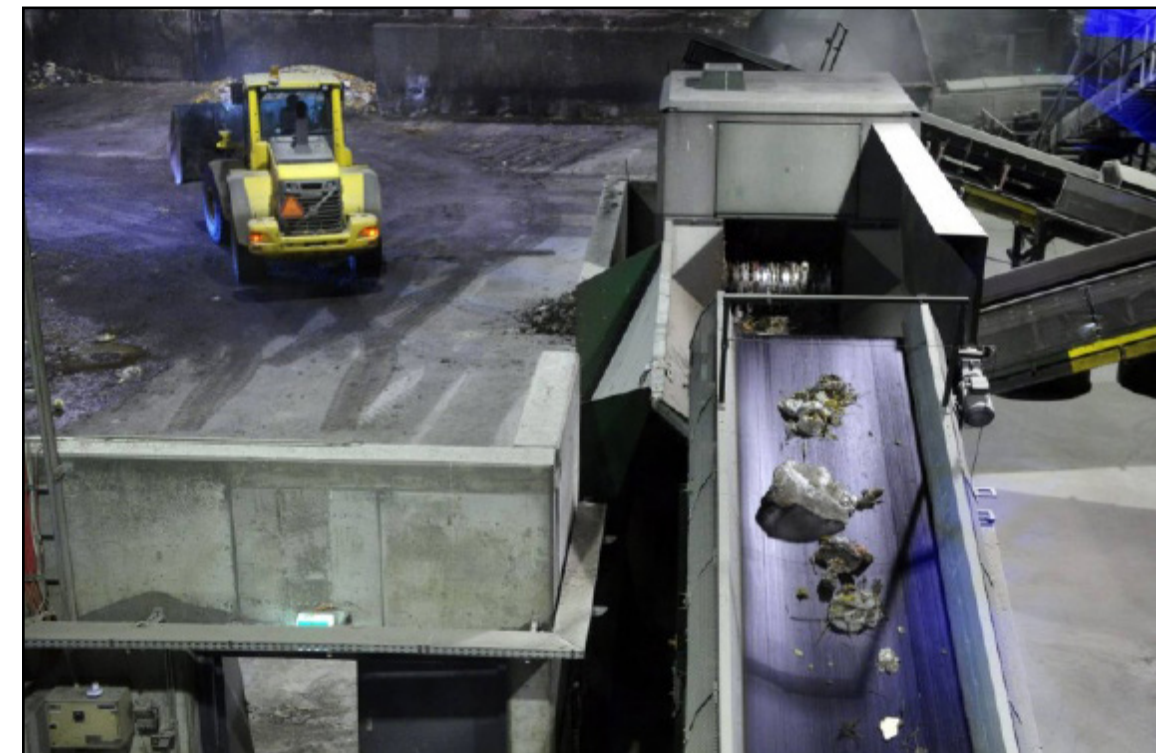
Järjestelmä tuottaa luomulaatuisia elintarvikkeita joiden kasvatuksessa ei käytetä kemiallisia lannoitteita tai torjunta-aineita. Bokashimultaa käytettäessä elintarvikkeen ravintopitoisuudet ovat korkeat ja ruoka on näin ollen terveellistä. (emrojan.com 2016.).

Lopputuotteen hinta pyritään pitämään mahdollisimman alhaisena jolloin suuremmalla osalla kuluttajia olisi mahdollisuus hankkia järjestelmä. Luomulaatuisten elintarvikkeiden hinta jälleenmyyjillä on usein korkeampi verrattuna tehoviljelyihin elintarvikkeisiin ja ovat tästä johtuen monen ihmisen ulottumattomissa. Kasvatusyksikössä tuotetun yrtin hinta on alustavien laskelmien mukaan n. 15-22 snt. jolloin se on 9-13 kertaa edullisempi verrattuna kaupasta ostettuun tuotteeseen.

Laskukaava:  $0,02\text{kWh} \times 16\text{h} \times 0,08\text{€} \times 70\text{pv} : 8/12\text{kpl} = 0,22\text{€}/0,15\text{€}$   
Muut kulut: Vesi ja Bokashirouhe n. 20€ / vuosi, mikäli kaikki kodin biojäte fermentoidaan. Bokashirouheen kulutus on huomattavasti vähäisempää mikäli bokashia valmistetaan ainoastaan multatehtaaseen.



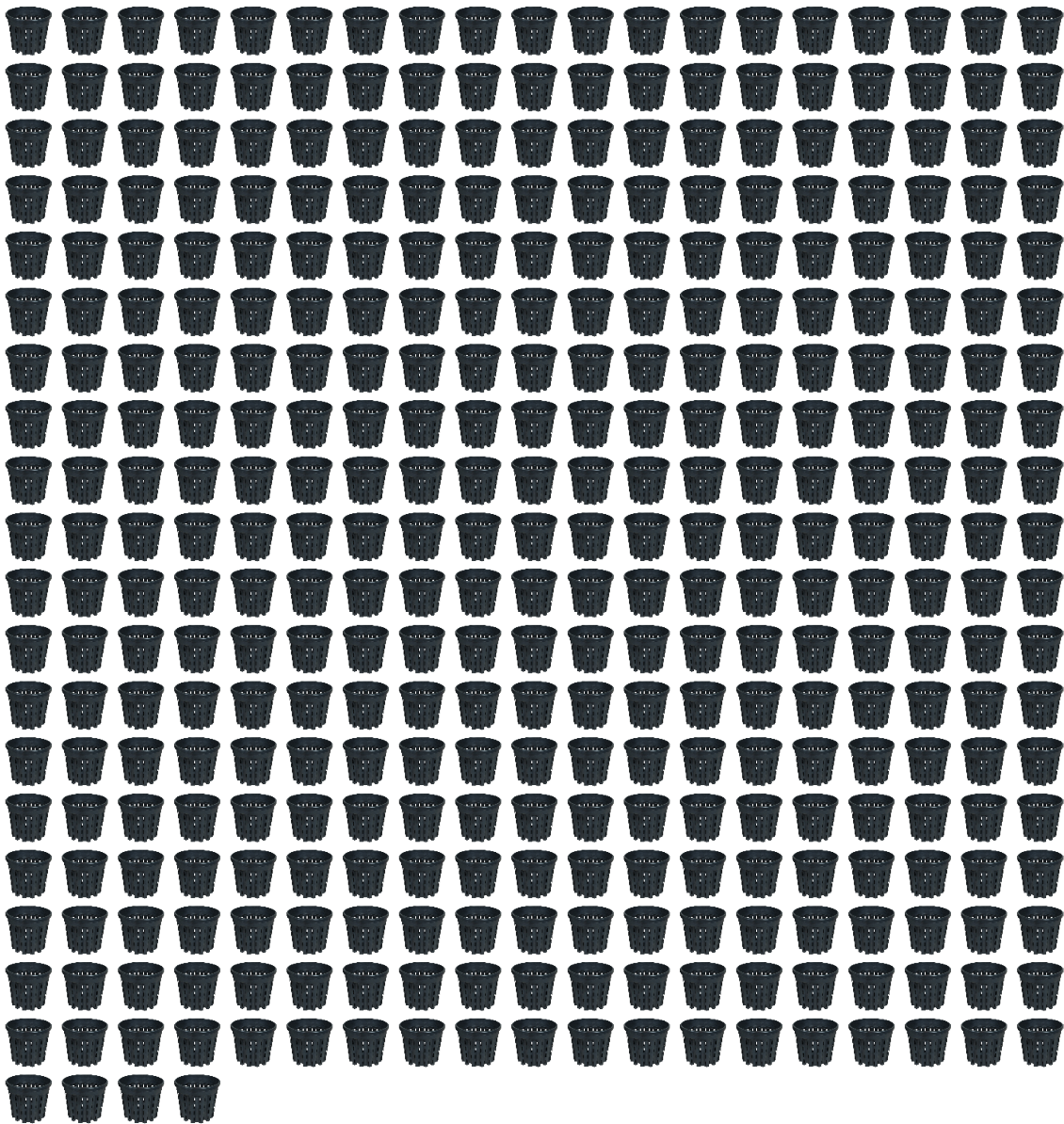
Muoviin pakattua salaattia champ.fi



Biojätteenkäsittelyä kaatopaikalla kansanuutiset.fi



Vuoden muovipussit ja ruukut kun ostetaan yksi salaatti- tai yrттiruukku päivässä





## 4.5 Rajaus

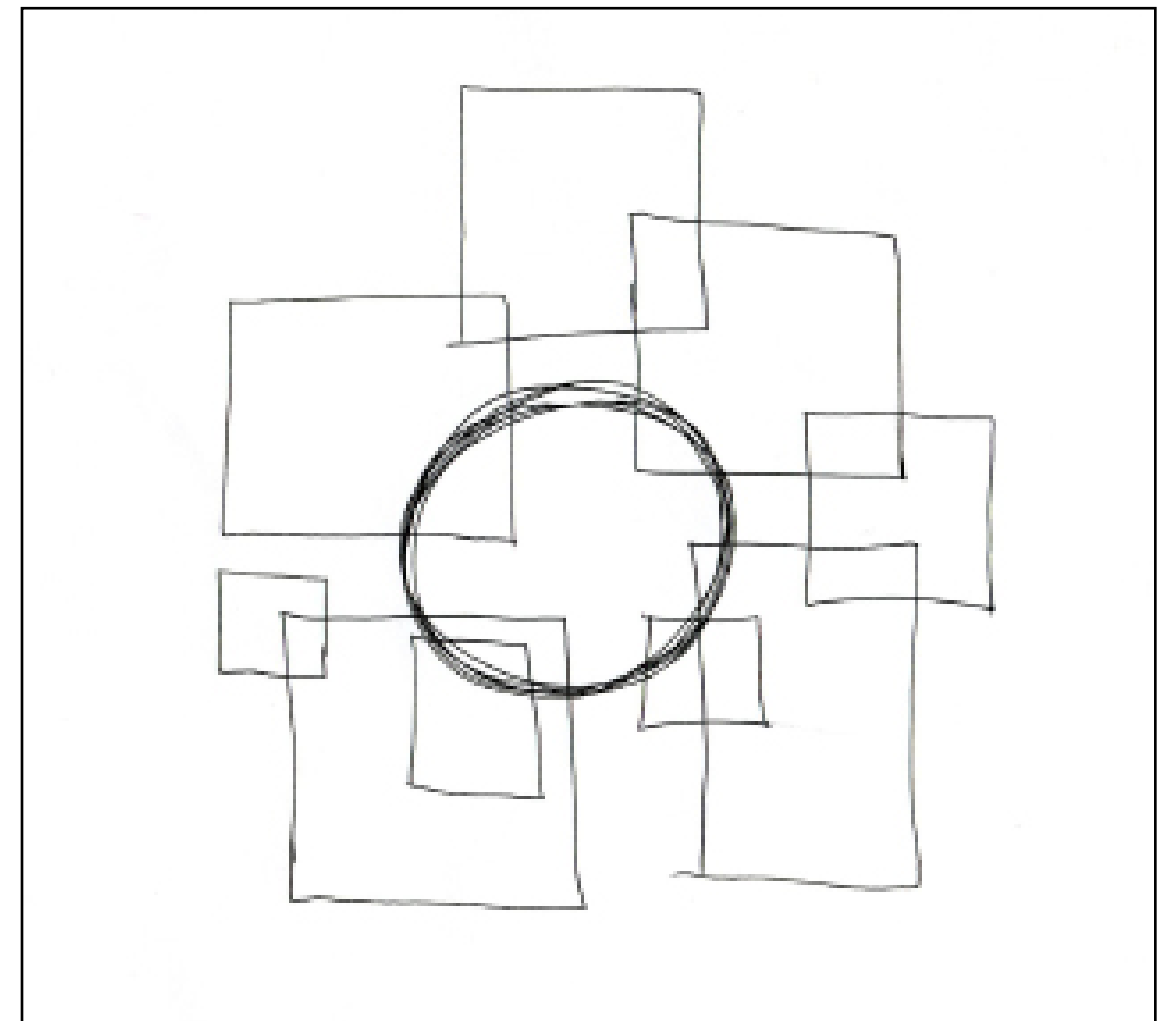
Keskityn multaviljelyjärjestelmän kehittämisen koska se ottaa huomioon myös biojätteen kierrättämisen. Järjestelmän avulla voidaan tuottaa luomulaatuisia elintarvikkeita lähes suljetulla kierrolla. Rajasin vesiviljelymenetelmät pois koska opinnäytetyö olisi laajentunut liikaa. Lähes kaikki markkinoilla olevat tuotteet toimivat vesiviljelyperiaatteella joten suunnittelen vaihtoehdon näille tuotteille.

Muutamaa, lähinnä Yhdysvaltaista start up -yritystä ja Ikean KRYDDA / VÄXER-järjestelmää lukuunottamatta kaupalliset sovellutukset keskittyvät maksimissaan kuuden valmiin yrtin ylläpitämiseen tai kasvattamiseen. Tavoitteenani on kehittää järjestelmä jossa pystytään kasvattamaan huomattavasti enemmän kasveja ja päästä jopa omavaraisuuteen valittujen kasvien osalta. Tämä onnistuu valitsemalla oikeanlaiset tuotantotekniikat.

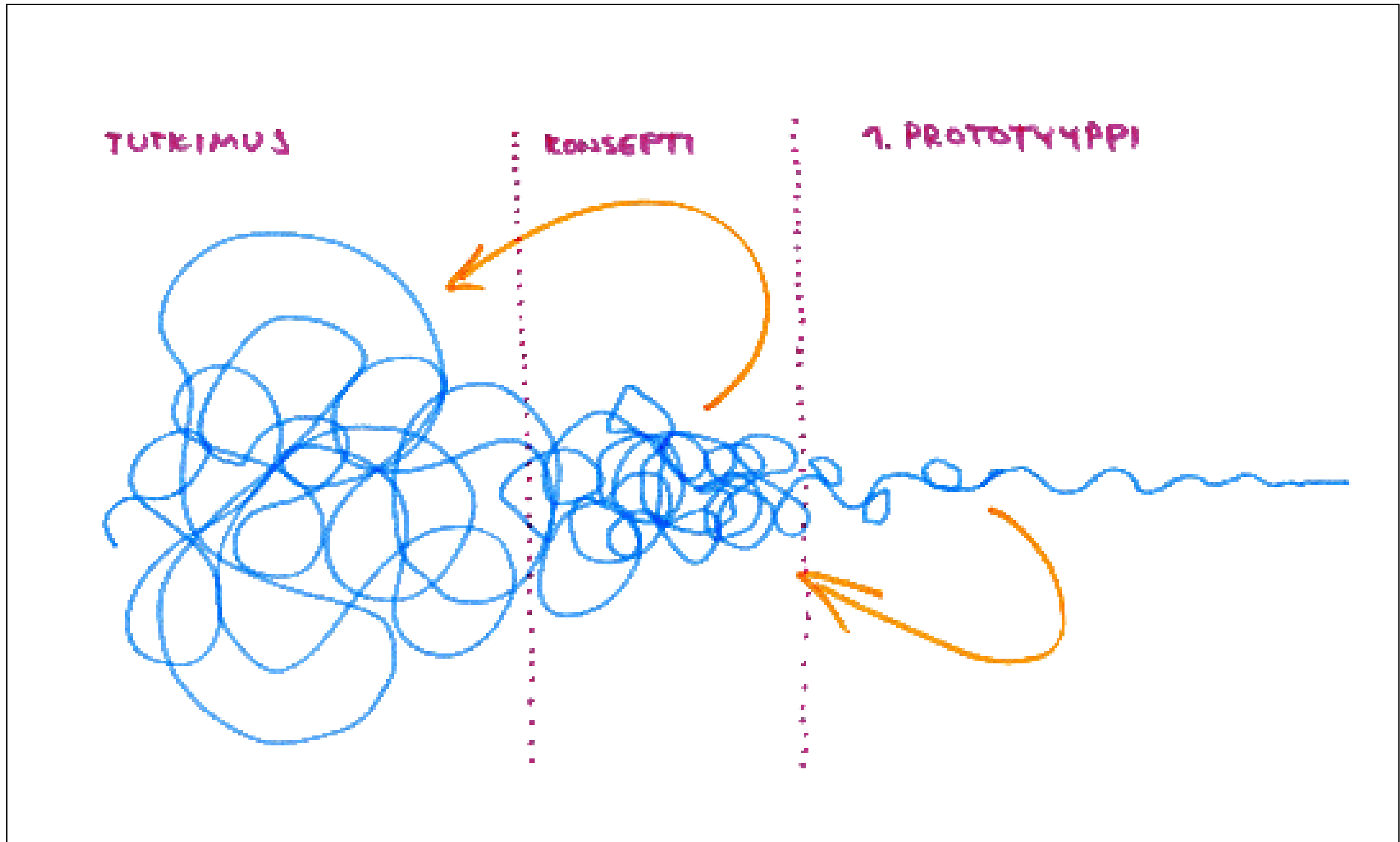
Pyrin suunnittelemaan osat niin että valmistusmenetelmänä voidaan käyttää numeerista työstöä. Näin ollen vältän kaikki muottikustannukset ja erikoistyökalut jotka usein rajaavat tuotteen kokoa, johtuen mm. muottien valmistamisen kustannuksista. Numeerinen työstö mahdollistaa myös piensarjojen kannattavan valmistamisen, räätälöinnin sekä jatkuvan tuotekehityksen. Valitsemani tuotantomenetelmät ovat osa robotisaation ja automatisaation megatrendejä (Sitra 2016.).

Kasveiksi valikoitui helposti kasvatettavat yrtit, salaattit, chilit ja tomaatit. Näiden kasvien käyttö on yleistä ja monella yrtillä on myös terveyttä edistäviä vaikutuksia (Piippo 2011, 42). Kasvien siemeniä on saatavilla helposti lähes jokaisesta marketista joten kasvatuksen aloittamisen kynnyks on siltä osin

mahdollisimman alhainen. Kasvatusyksikkö tulee sisältämään oleellimmat asiat joita valittujen kasvien kasvattaminen vaatii. Kasvatusjärjestelmä suunnitellaan kotiympäristöön, joskin järjestelmää voidaan käyttää esimerkiksi osana kahviloiden ja ravintoloiden sisustusta. Opinnäytetyön fyysinen tuotos tulee olemaan kasvatusyksikkökonseptin prototyyppi.



## 5. Suunnitteluprosessi



Opinnäytetyön suunnitteluprosessin eteminen

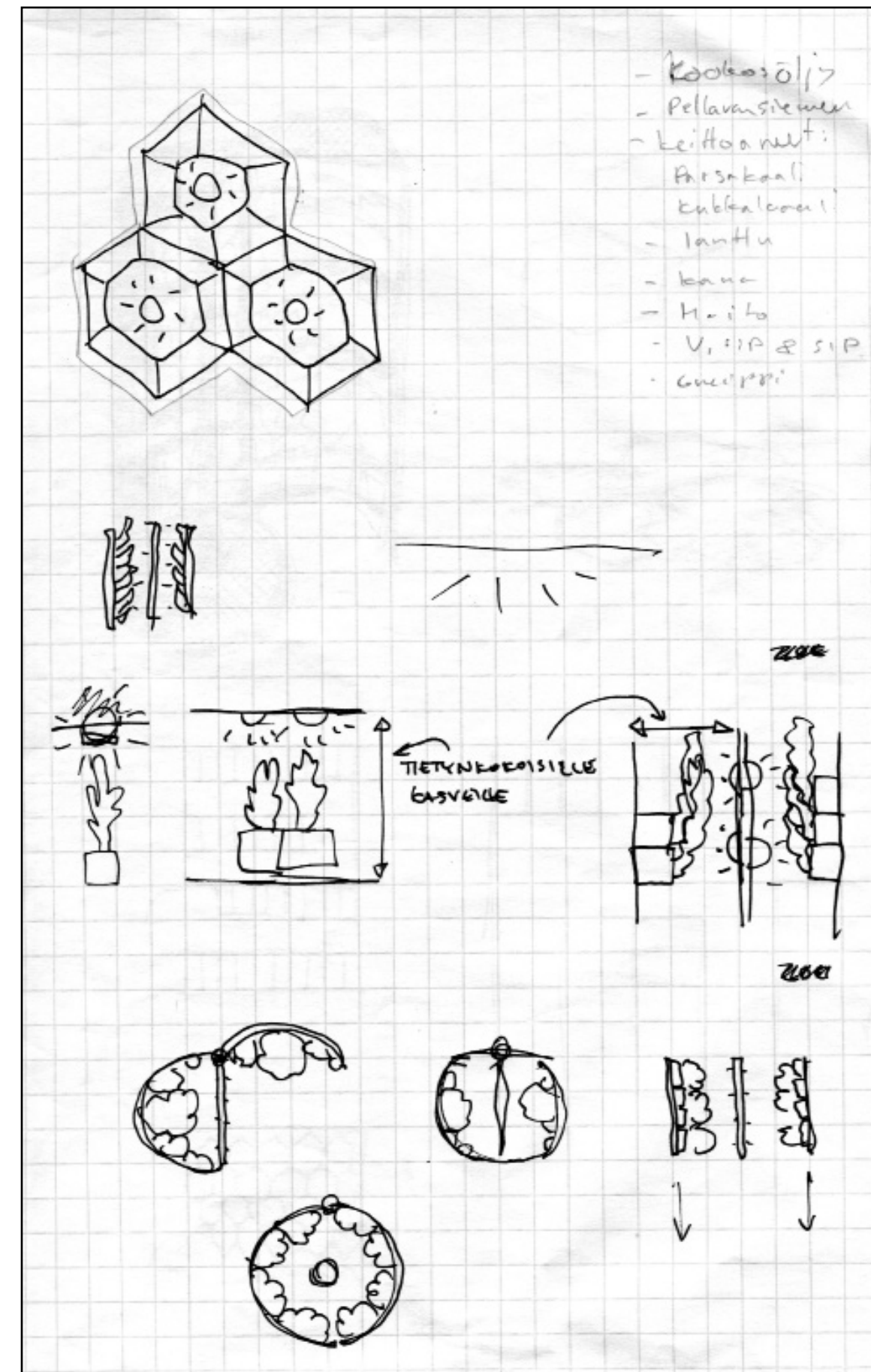


## 5.1 Rakenne, dimensiot ja elementit

Aluksi määrittelin elementit ja asiat jotka olisivat välttämättömiä ja ohjaisivat suunnittelua. Pääasialliset ohjaavat tekijät ovat kasvit ja kasvien tarpeet, kasvatustilan käyttämisen koreografia sekä tuotteen soveltuminen kotiympäristöön. Selvitin kasvien kasvun luonnossa ja kuinka sen kuinka kasveja voidaan kasvattaa. Pääsääntöisesti kasvit käyttävät juuristoaan veden ja ravinteiden keräämiseen ja lehtiä käytetään hiilidioksidin ja valon keräämiseen (wikikko.info 2016.).

Tavoitteena oli yksinkertainen rakenne joka ei sisällä ääntä pitäviä moottoreita tai pumppuja ellei se olisi välttämätöntä. Altakastelu-periaatetta käytettäessä vesi nousee multaan kapilaari-ilmiön johdosta. Koska kasveja tulisi olemaan useita oli päätettävä ruukkujen määrä. Päädyin useisiin pienempiin ruukkuihin siitä syystä että istuttaminen ja sadon korjaaminen olisi syklistä ja kasvit istutettaisiin aina uuteen multaan. Pienempien ruukkujen ja multamäärien käsittely on myös huomattavasti helpompaa ja nopeampaa kuin suurten ruukkujen käsittely. Ruukkujen alla olevan vesiastian tulisi olla kooltaan sellainen että vettä riittäisi kasvien käyttöön useiksi päiviksi. Astian kansi on irroitettava jolloin puhdistaminen on helppoa.

Multaviljeltäessä kasvit saavat ravintonsa pääasiassa mullasta joten veden sekaan ei välttämättä tarvitsisi sekoittaa lannoitteita. Kaikille kasveille yhteinen lannoitus asettaa haasteita koska eri kasveilla on erilaiset tarpeet ja samanaikaisesti voi olla käynnissä tilanteita jossa osa kasveista kärsii yllannoituksesta ja osa ravinnepuutoksesta. Tällaisessa tapauksessa ravinteiden lisääminen veden sekaan ei ole järkevää. Mikäli astiassa pystytään pitämään mahdollisimman puhdasta vettä, astian puhdistusväli kasvaa ja käyttö on



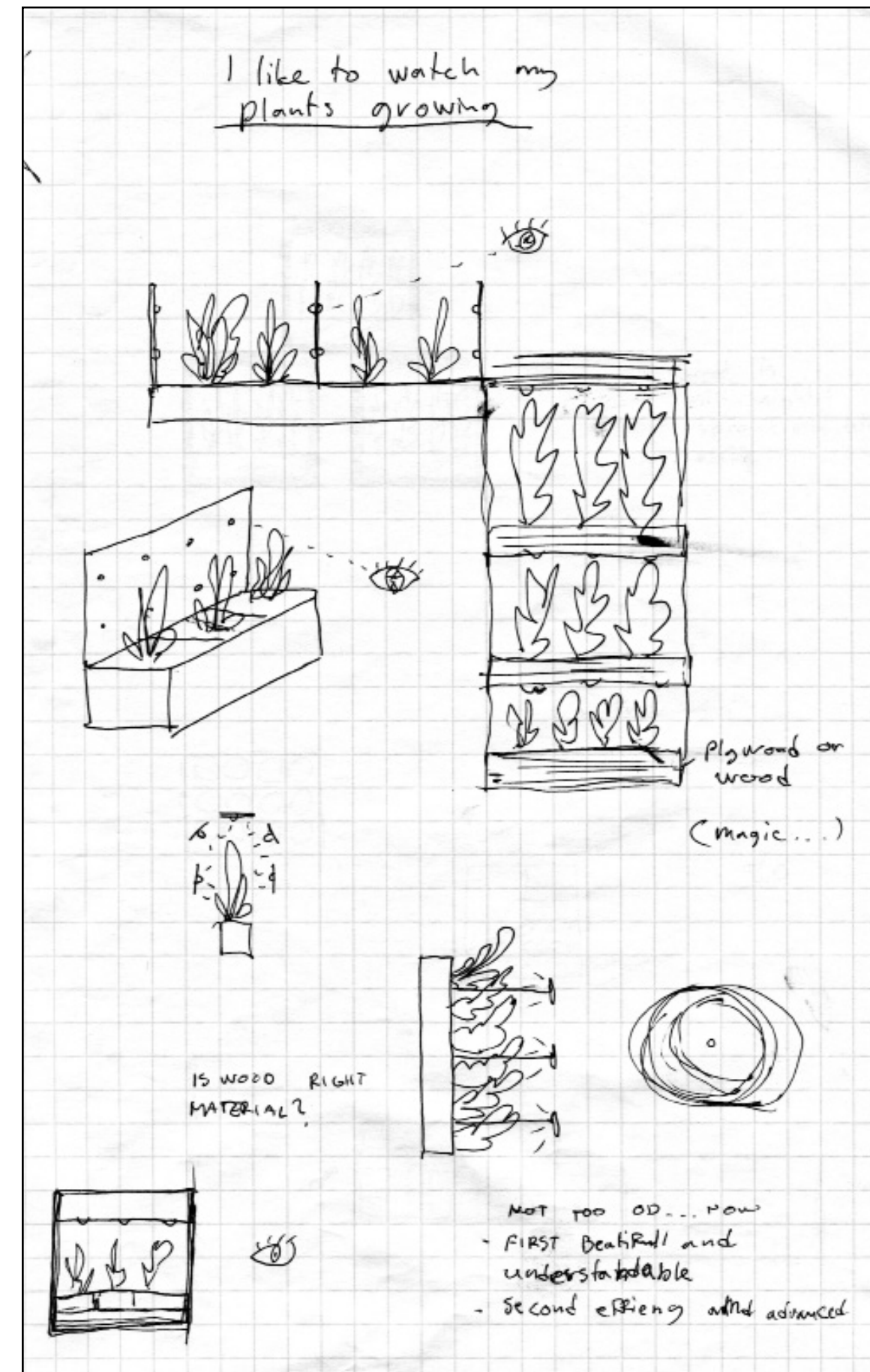
Ensimmäisiä luonnoksia

vaivattomampaa. Tämä seikka ohjaa ruukun kokoa. Ruukkujen koko on sellainen että ravinteita riittää mahdollisimman pitkäksi aikaa. Mikäli lisälannoitusta tarvitaan, se annetaan lisäämällä ravinteet suoraan ruukkuun.

Keskimäärin maustekasvit tarvitsevat tilaa kasvaakseen noin 15cm x 15cm x 50cm ja salaattit hieman vähemmän. Jotta asunnon lattiapinta-ala käytetään mahdollisimman hyvin hyödyksi, kasvatustilaa kasvatetaan vertikaalisesti. Tästä seuraa se että kasvatusmuduuleita sijoitetaan päällekkäin. Mikäli halutaan että kaluste pysyy itsenäisesti pystyssä tulee sillä olla tietty syvyys ja leveys ja painopisteen on oltava oikeassa paikassa. Kiinteillä, liikkumattomilla tasoilla toimiessa painopiste pysyy kalusteen keskellä ja lopputulos on vakaa. Leveyden suhteen ohjaavia tekijöitä ovat tuotteen käsiteltävyys, kasvien määrä sekä vesiastian koko.

Syklisestä kasvatuksesta johtuen takana olevat kasvit saattavat valmistua nopeammin kuin edessä olevat. Koin ongelmalliseksi tilanteen jossa ruukkuja joudutaan siirtelemään valmistuneiden kasvien edestä joten päädyin kirjahyllyistä tuttuun ratkaisuun jossa jokaisen kirjan voi ottaa käyttöön ilman että muita kirjoja tarvitsee siirtää edestä. Ruukkuja on syvyyssuunnassa yksi ja useita vierekkäin. Näin ollen yhdessä ruukussa kasvatetaan useampaa kasvia ja tällä tavalla pystytään vähentämään myös ruukkujen määrää.

Yhdessä ruukussa kasvaa 3-5 kasvia jotka valmistuvat samaan aikaan. Kasvit voivat olla samaa lajiketta jolloin osan sadosta voisi esimerkiksi kuivattaa tai pakastaa ja osan käyttää tuoreena. Toisaalta ruukkuihin on mahdollista istuttaa esimerkiksi useita eri salaatteja tai yrttikokoelma joka käytetään esimerkiksi viikon aikana. Ruukun valmistettua se poistetaan hyllystä ja siirretään keittiöön käyttöön. Keittiössä

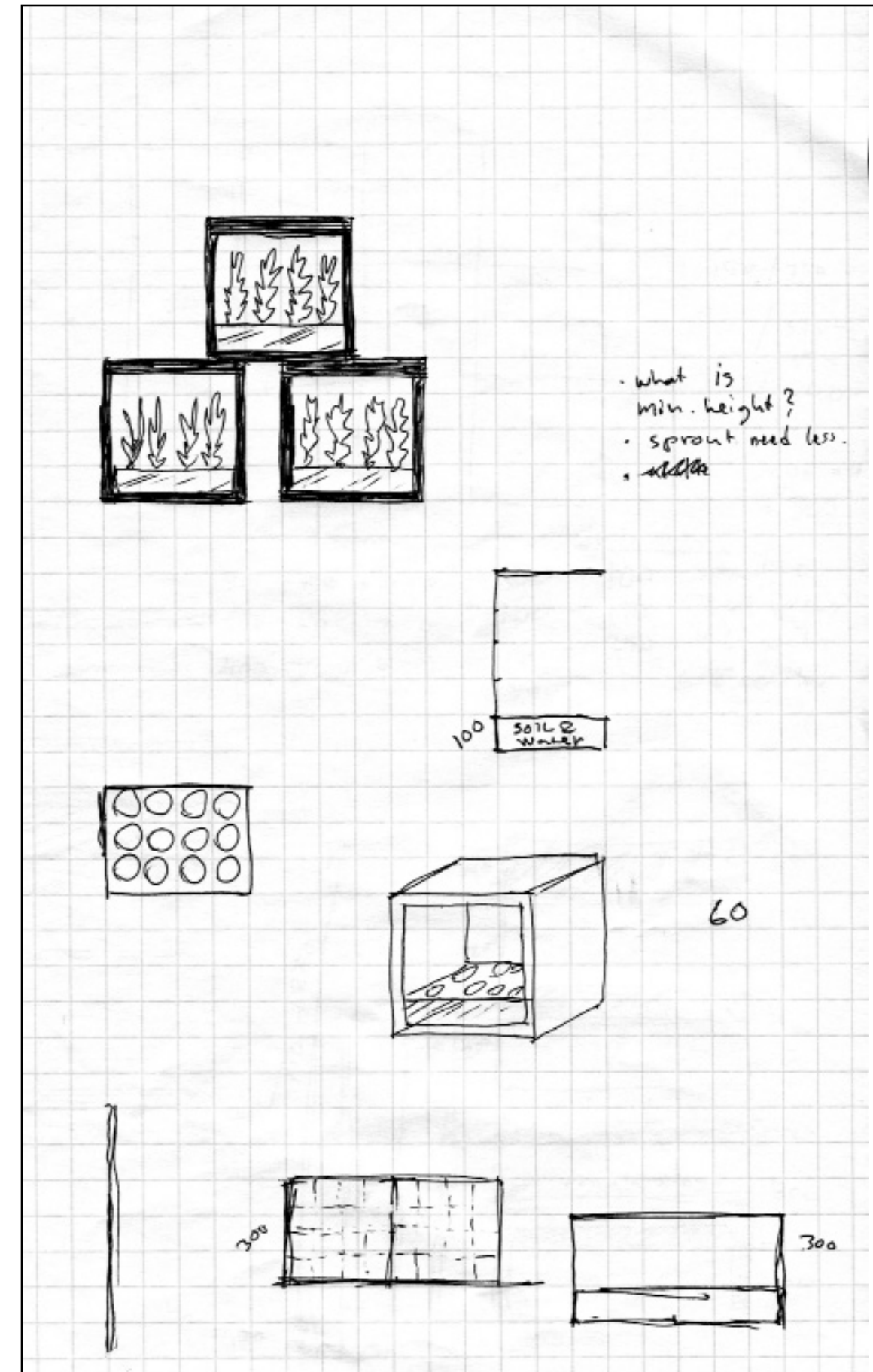


Valonlähteen asemointia

ruukkua voidaan pitää ikkunalaudalla tai valaistuksen alla ja näin vapautetaan tilaa kasvatusyksiköstä uudelle kasvustolle.

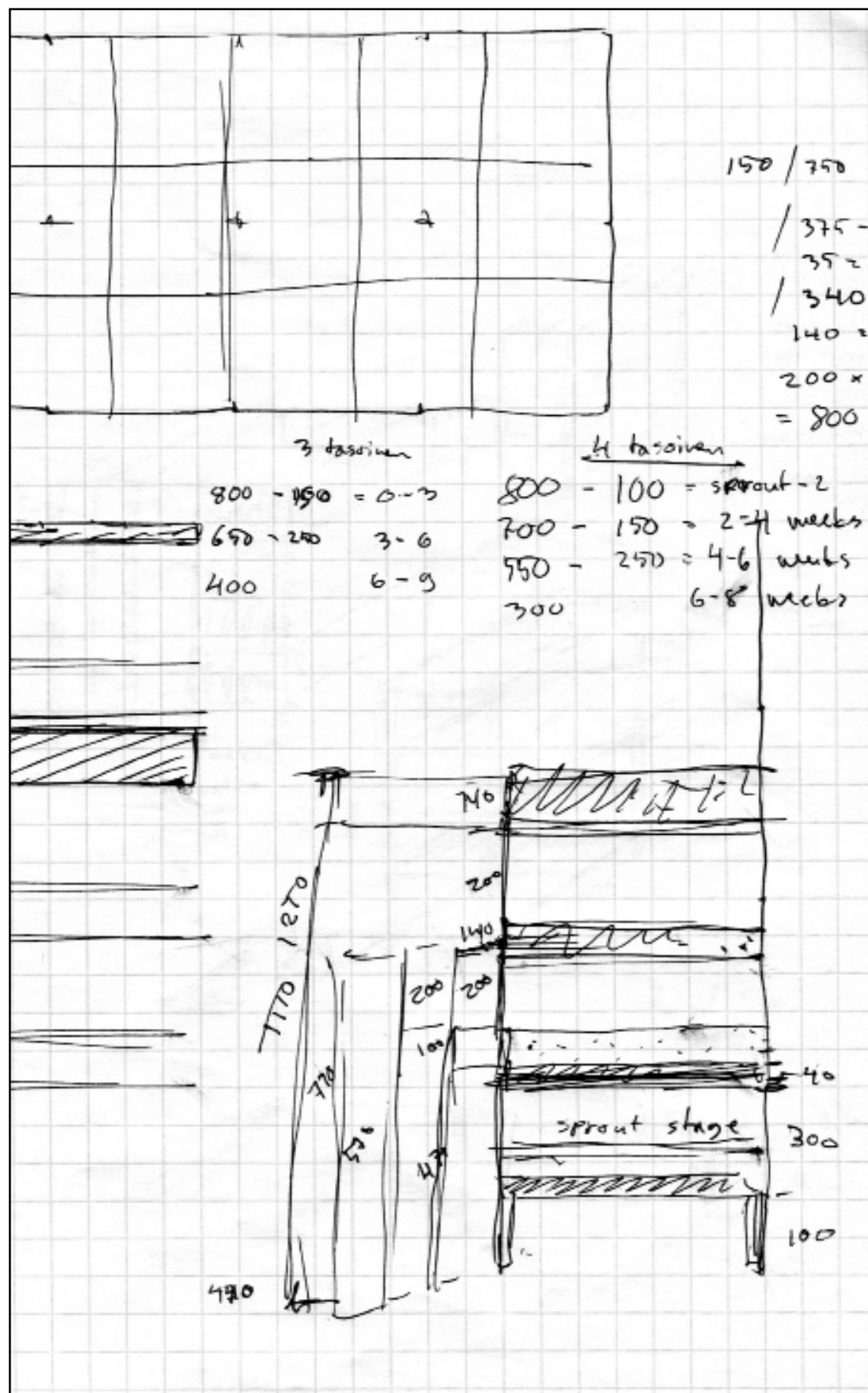
Kasvien valaistusta suunnitellessa on otettava huomioon kasvin luontainen kyky käyttää valoa sekä ihmisen toiminta kasvatustilassa. Luonnossa auringonvalo tulee yläviistosta tai suoraan ylhäältä ja kasvit ovat kehittyneet hyödyntämään näistä suunnista tulevaa valoa. Hahmottuvaan malliin ylhäältä tuleva valo sopii oikein hyvin ja päädyin ratkaisuun jossa valaisin sijaitsee kasvin yläpuolella. Yläpuolelle sijoitetut valaisimet eivät ole käsien tai katseen tiellä. Energiatohokkuuden nimissä valonlähteen tulisi olla mahdollisimman lähellä kasvia. Valon käyttäytymistä ohjaa käänteisen neliön laki eli etäisyyden kasvaessa kaksinkertaiseksi, valovoimasta on jäljellä neljännes ([wikipedia.org 2017.](https://fi.wikipedia.org/wiki/Neli%C3%B6n_laki)). Toisin päin kääntäen mikäli valonlähteen saa 25% lähemmäksi kasvia valovoima kohtisuoraa pintaa kohden kaksinkertaistuu. Tästä johtuen ruukun ja valaisimen välinen etäisyys on mietittävä huolellisesti. Jos valonlähteitä on useita, ne pystytään sijoittamaan lähelle kasveja ja niistä saadaan paras mahdollinen hyöty irti. Linssien tai heijastimien avulla valonsäteet ohjataan haluttuihin paikkoihin.

Useimmille yrteille, maustekasveille ja salaateille kodin sisätilan normaali lämpötila, ilmankosteus ja hiilidioksidin määrä ovat riittävät (Toikkanen 2008.) jolloin ei ole välttämätöntä eristää kasvatustilaa muusta sisätilasta. Tosin suljetulla rakenteella olisi tiettyjä etuja kuten kontrolloitavissa oleva mikroilmasto eli ilman lämpötila ja kosteusprosentti olisivat täysin optimoitavissa kasvien hyväksi. Huonona puolena on tuotteen hinnan nousu ja rakenteen monimutkaistaminen.

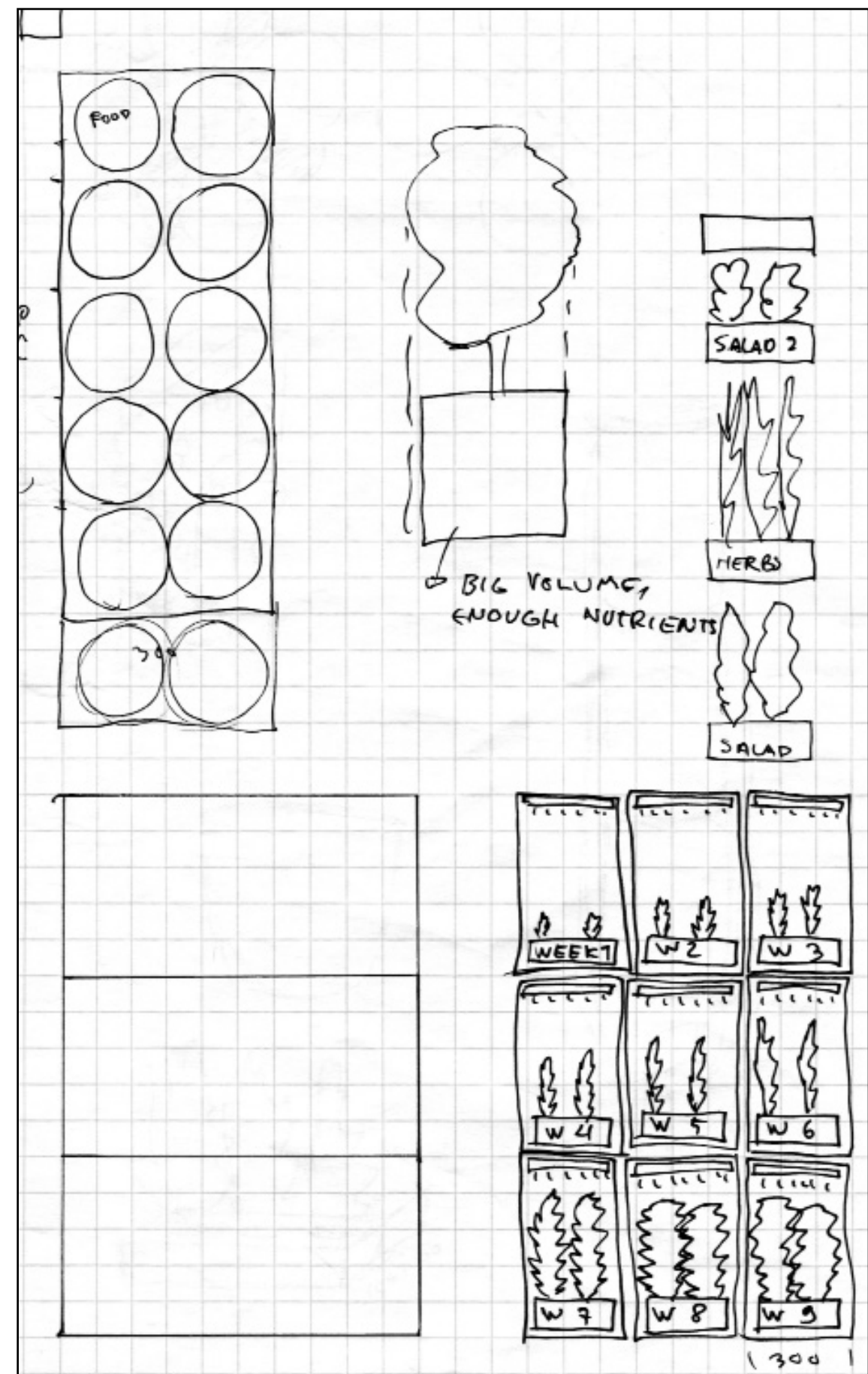


Alkuvaiheen moduuliluonnoksia





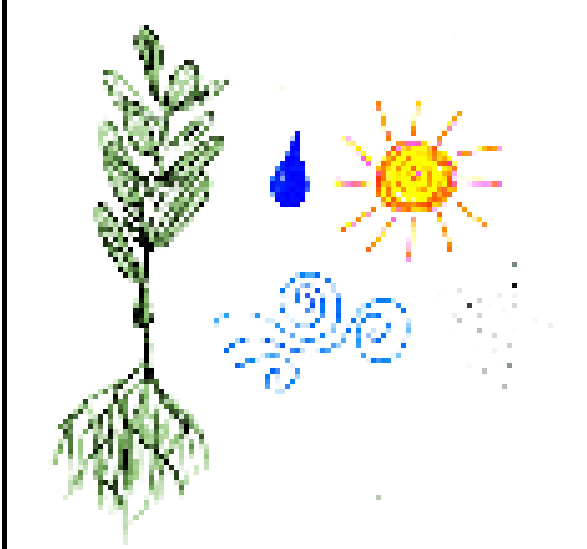
Laskelmia oikean koon löytämiseksi



Kasvatusyksikön toiminnan hahmotusta

## Ohjaaviin tekijöihin (Ot) perustuva muodonanto.

1. Selvitä kasvin tarpeet.



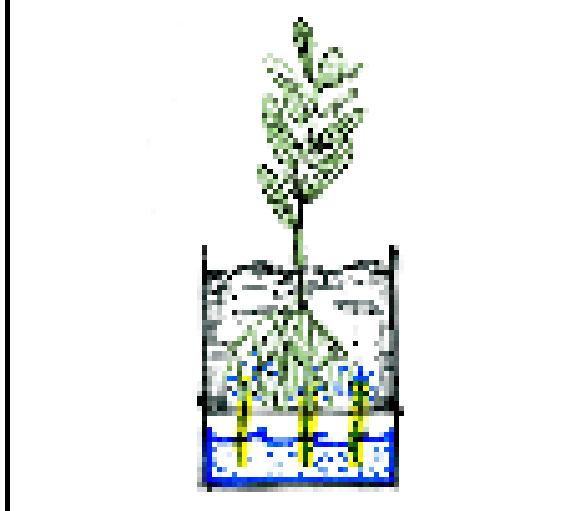
2. Ymmärrä kasvin fysiologia.



3. Mieti mikä on olennaista.  
Ot = riippuu suunnittelijasta.



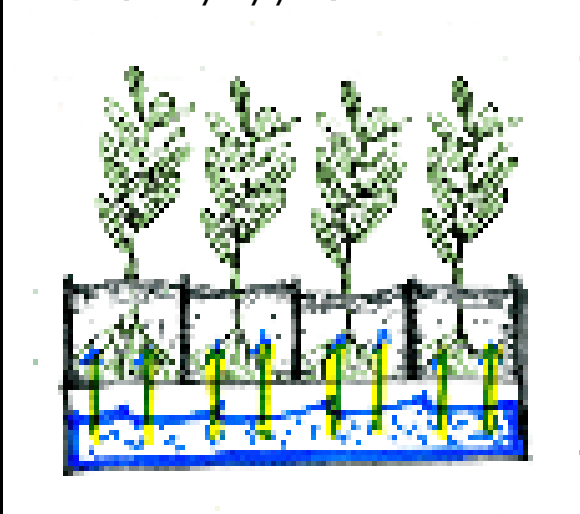
4. Suunnittele kastelujärjestelmä.  
Ot = Kasvin juuristo.



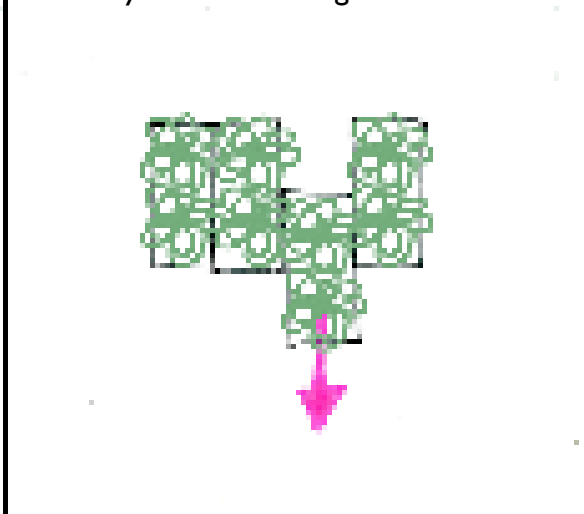
5. Tutki tuotteen kokoa.  
Ot = kasvin koko.



6. Yhdistä elementit.  
Ot = veden käyttäytyminen.



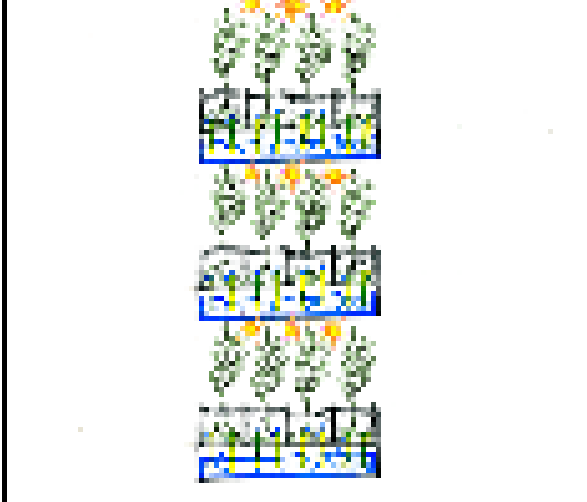
7. Muista käyttäjälähtöisyys.  
Ot = käyttämisen koreografia.



8. Käytä lattiapinta-ala tehokkaasti hyödyksi.  
Ot = tilankäyttö.



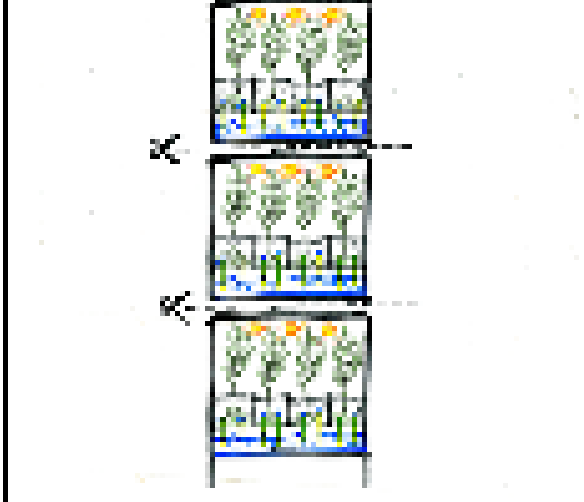
9. Lisää valaisimet.  
Ot = kasvien lehdet.



10. Lisää tarvittavat rakenteet.  
Ot = fysiikan lait.



11. Huomioi erilaiset käyttäjäryhmät  
Ot = käyttäjälähtöisyys.



12. Hio muoto valmiiksi syntyneiden ratkaisujen perusteella.  
Ot = deadline.





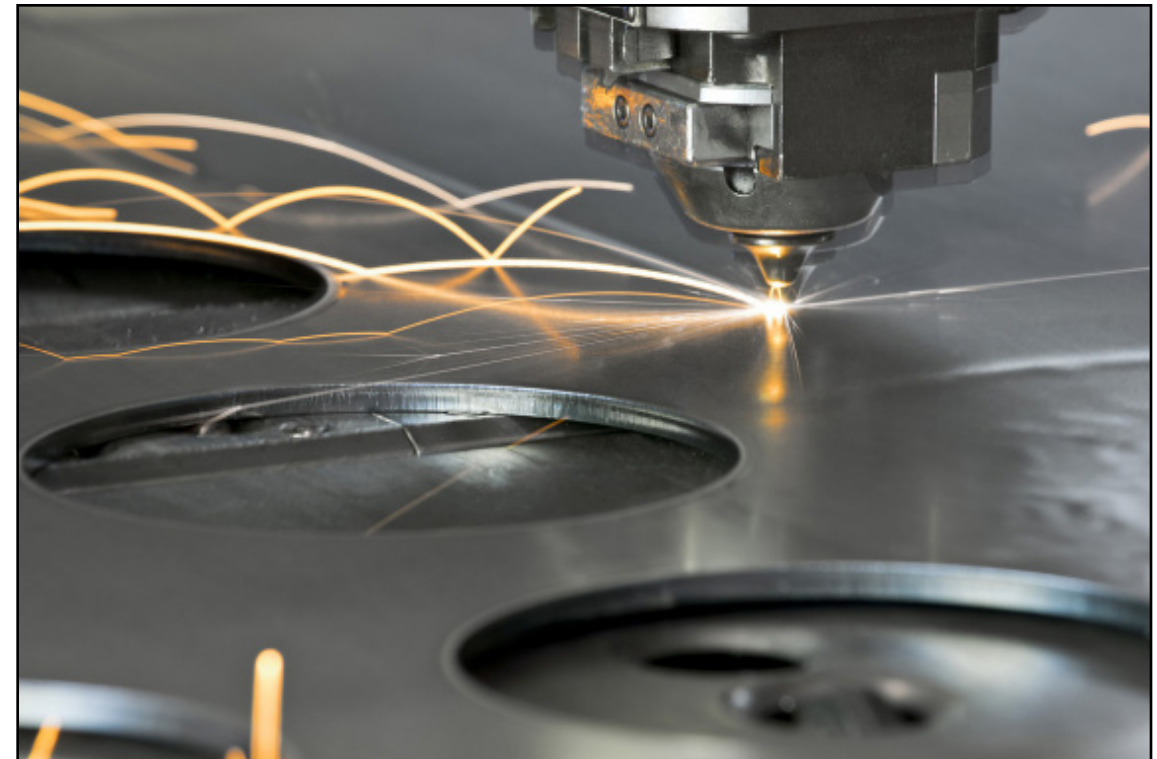
## 5.2 Materiaalit

Kasvatustilan avoin rakenne mahdollistaa huomattavasti enemmän mahdollisuuksia materiaalivalinnoille kuin suljettu rakenne jossa olisi otettava huomioon kosteuden kestävyys sekä homeensietokyky. Avoimessa rakenteessa ilma liikkuu vapaasti joten homeen riski on pieni.

Päädyin valitsemaan kasvatusyksikön runkomateriaaliksi suomalaisen koivun. Tämän materiaalin etuihin kuuluu mm. paikallisuus, työllistävyys, ekologisuus, ajattomuus sekä kohtalainen laatu. Materiaali myös soveltuu hyvin skandinaaviseen kotiympäristöön. Runkoon käytetään puun lisäksi terästä. Valaisimen elektroniikka koostuu ledeistä, linseistä, led-driverista sekä johdotuksesta. Ledien tuottama lämpö johdetaan alumiinilevyyn. Vesisäiliön materiaaliksi valitsin muovin. Kasvatustilan elektroniikka koostuu Mikrokontrollerista, merkkiledistä sekä vamentasensorista joka sovitetaan runkoon 3D-tulostettavan kappaleen avulla. Ruukun materiaalina käytän polypropeenikangasta.



Taapelikuivattua koivua [image.nettix.fi](http://image.nettix.fi)



Teräksen laserleikkausta [decker-sa.ch](http://decker-sa.ch)

## 5.3 Toiminnan koreografia

Esitän tässä yhden tavan käyttää kasvatustilaa. Tapoja on useita ja jokainen käyttäjä löytää oman rytmin ja tavan kasvattaa kasveja.

### 1. Ruukun täyttäminen mullalla

Jotta kasvatus voidaan aloittaa on kasvatusalusta valmisteltava kasvia varten. Multana käytetään multaa joka saadaan multatehtaasta tai mikäli multatehdasta ei käytetä voidaan käyttää mitä tahansa multaa tai kasvualustaa joka soveltuu kasvin tarpeisiin. Multa pistetään ruukkuun ilmastavasti ja lähes täyteen. Multa on hyvä esikastella kosteaksi ennen ruukun täyttöö.

### 2.1 Siementen kylväminen

Ruukun valmistelun jälkeen istutetaan siemenet. Siemenet istutetaan siemenpussissa olevan ohjeistuksen mukaan. Ruukkuun voidaan istuttaa useita eri lajikkeita. Menestyksekkään kasvun kannalta on tärkeää että kasvit viihtyvät samantyyppisessä maa-aineksessa. Sadonkorjuun ja tehokkaan kasvatusrytmin kannalta on tärkeää että kasvit myös valmistuvat samaan aikaan, eli jos osa kasveista valmistuu nopeammin voidaan siemenet istuttaa myöhemmin. Siementen selviämisen kannalta on tärkeää että multa ei pääse kuivamaan missään vaiheessa itämisen aikana. Tässä vaiheessa ruukkua ei tarvitse pitää kasvatustilassa vaan riittää että ruukku on lämpimässä paikassa. Usein huoneenlämpö riittää siementen idättämiseen mutta monen kasvin kohdalla hieman korkeampi lämpötila nopeuttaa itämistä. Kun siemenet itävät, taimet nousevat mullasta ja tarvitsevat heti valoa kasvaakseen. Viimeistään tässä vaiheessa ruukku on siirrettävä kasvatustilaan jossa taimi saa tarvitsemansa valon. Ruukun pohjassa olevan kangaskaistaleen on oltava esiastiassa jotta

altakastelujärjestelmä toimii.

### 2.2 Pistokkaan juurruttaminen

Siementen sijasta kasvatuksessa voidaan käyttää pistokkaita. Yksi tapa juurruttaa pistokas on pistää se multaan ja ylläpitää juurtumiselle suotuisia olosuhteita. Pistokas istutetaan suoraan ruukkuun ja sitä sumutellaan tasaisin väliajoin jotta se saa tarvitsemansa veden ennen juurten kasvua. Pistokkaan kasvatettua tarpeeksi vahvan juuriston se alkaa kasvattamaan lehtiä. Pistokkaita käyttämällä voidaan kasvattaa geeniperimältään identtisiä kasveja. Mikäli siis löydetään hyvä fenotyyppi kasvista, kannattaa siitä ottaa pistokkaita.

### 3. Vesisäiliön täyttäminen

Veden loppuessa säiliöstä kasvatustila ilmoittaa käyttäjälle merkkivalon avulla säiliön tyhjentyneen. Säiliö täytetään siirtämällä yhtä ruukkua jonka jälkeen vesi lisätään säiliöön kannen aukoista. Tämän jälkeen merkkivalo sammuu automaattisesti ja syttyy seuraavan kerran säiliön ollessa taas tyhjä.

### 4. Sadon korjaaminen ja käyttö

Kasvista riippuen, muutaman viikon kuluttua siementen itämisestä sato on valmista korjattavaksi. Satoa voidaan korjata useilla tavoilla. Ruukkua voidaan pitää kasvatustilassa ja kasveja leikataan tarpeen mukaan. Monen yrtin ja salaatin kohdalla tämä on hyvä tapa ja kasvit voivat säilyä pitkäänkin käyttökelpoisena. Mikäli ruukku on pitkään kasvatustilassa kasvi käyttää jossain vaiheessa mullan ravinteet loppuun jolloin pitää aloittaa lannoitus.

Toinen tapa, joka on tuottavampi, on siirtää ruukku pois kasvatustilasta heti sadon valmistuttua. Ruukku voidaan siirtää esimerkiksi keittiöön valaistuksen alle ja käyttää tarpeen mukaan. Sato voidaan käyttää tuoreena, kuivattaa tai pakastaa.

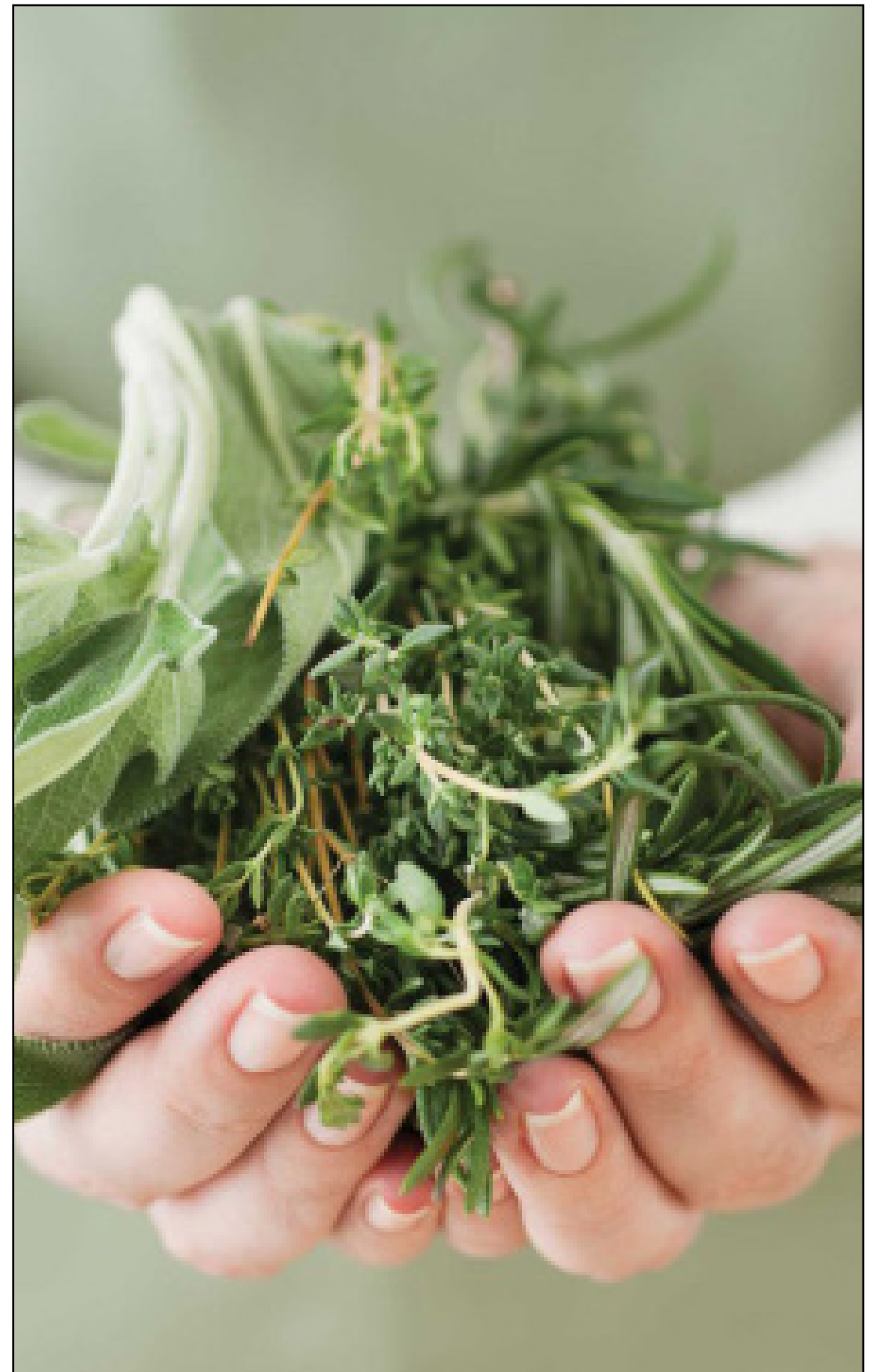


## 5. Kasvatustilan huolto

Kasvatustila on kohtalaisen huoltovapaa. Vesisäiliöön on syytä vilkaista aika ajoin ettei siellä kasva mitään ylimääräistä, kuten levää. Ruukkujen kunto voidaan tarkastaa aina uuden istutuksen yhteydessä.



[static-communitytable.parade.com](http://static-communitytable.parade.com)



[crookedbearcreekorganicherbs.files.wordpress.com](http://crookedbearcreekorganicherbs.files.wordpress.com)

## 5.4 Valaistus

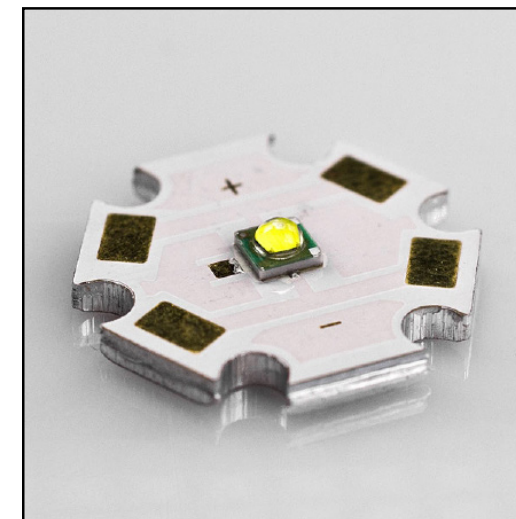
Kasvi käyttää fotosynteesiin kaikkia aallonpituuksia mutta pääasiassa valon punaista ja sinistä spektriä (Wollaeger & Runkle 2014.). Pelkällä punaisella valolla kasvi kasvattaa eniten pituutta ja lehtimassaa. Jos sekaan lisätään sinistä tai vihreää valoa pituuskasvua saadaan hillittyä ja kasvin yleistä kuntoa parannettua.

Kasvatustilan valaisin koostuu Cree XP-E 3W teholedeistä jotka ovat suunniteltu kasvihuonekäyttöön. Valaisin sisältää kuusi kappaletta punaisia ledejä, yhden sinisen ja yhden valkoisen ledin joka tarjoaa kasville koko spektrin käyttöön punaisen ja sinisen lisäksi. Näin valaisin tuottaa kokonaisuudessaan 75% punaista valoa, 12,5% sinistä ja 12,5% valkoista.

Ledit saavat virtaa 20W:n ja 700mA:n ajurista. Ensimmäisessä prototyypissä valojen päälläoloa eli valojaksoa ohjataan mekaanisella ajastimella joka kiinnitetään pistorasiaan. Ajastimen valojakso on hyvä ajastaa vuorokausirytmien mukaan jolloin kasvit saavat yöaikaan tarvitsemansa pimeyden ja voivat käyttää päivällä vallitsevaa valoa valaisimen tuottaman valon lisäksi.

Wavelength (nm)	Effect on Plant Growth
<b>UV</b> (ultraviolet) <b>280</b>	Significantly reduces quantum yield and rate of photosynthesis.
<b>315~400</b>	Promotes pigmentation, thickens plant leaves, and may be used to prevent harmful insects.
<b>Visible Spectrum</b> <b>440~470</b>	Chlorophyll absorption peaks at 439nm and 469nm. The blue spectrum is the most efficiently absorbed spectrum, promoting mainly vegetative growth.
<b>510</b>	Quantum absorption in the green spectrum. Little absorption in the yellow spectrum.
<b>610</b>	No chlorophyll benefit. Efficiently absorbed by algae phycoerythrin and phycocyanin receptors.
<b>640~660</b>	Chlorophyll absorption peaks at 642nm and 667nm. 660nm is the most vital wavelength for flowering. Speeds up seed germination and flower/seed onset.
<b>740</b>	Emerson Enhancement Effect - quantum yield of red light and far red light, when shone simultaneously on a plant, increases the rate of photosynthesis.
<b>Infrared</b> <b>1000~1400</b>	No plant activity detected at this wavelength. Heat generated.

Aallonpituuksien vaikutus kasvin kasvuun [ledgrowlightsguides.com](http://ledgrowlightsguides.com)



Cree xp-e 3W teholedi  
[d1l4hh0cykhyb0.cloudfront.net](http://d1l4hh0cykhyb0.cloudfront.net)



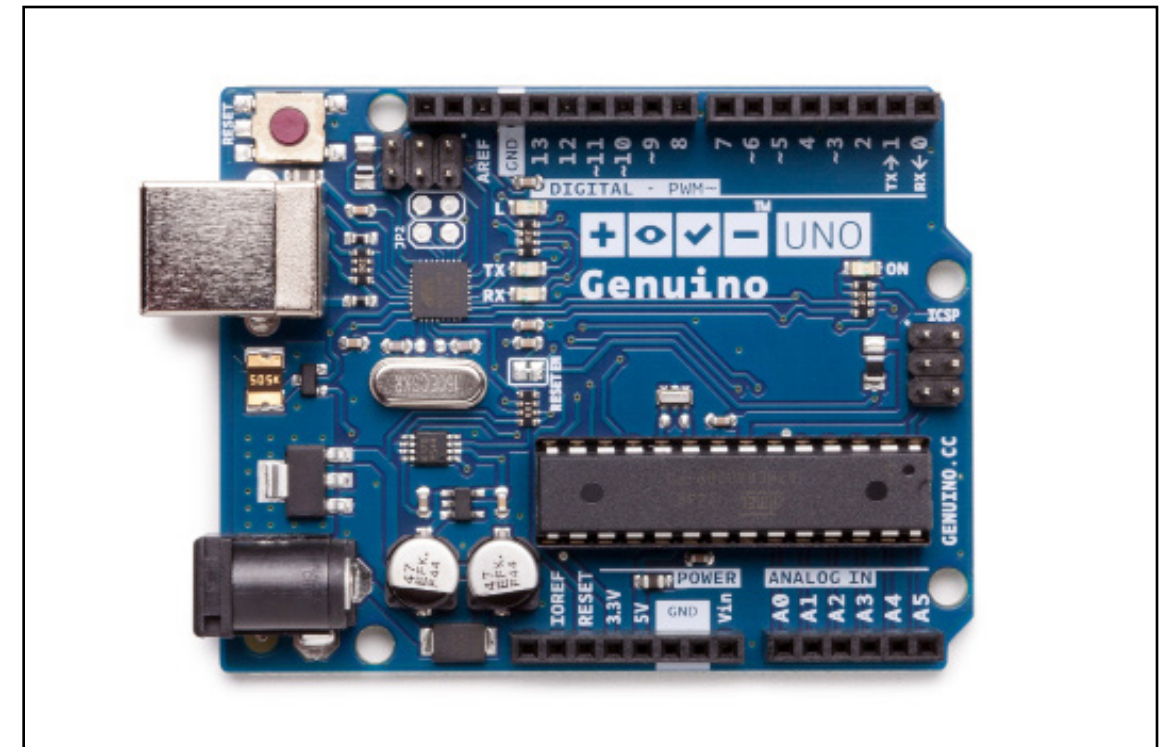
Linssejä d1l4hh0cykhyb0.cloudfront.net



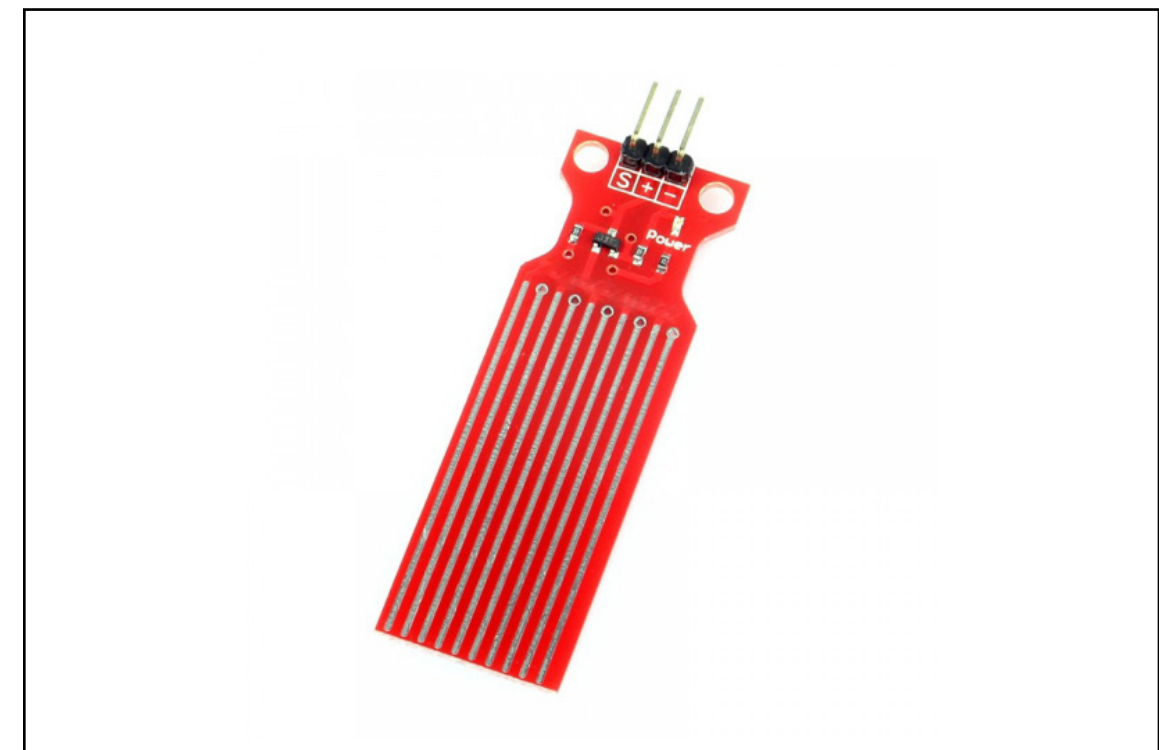
## 5.5 Mikrokontrolleri

Genuino on avoimen lähdekoodin elektroninen alusta joka on alunperin suunniteltu nopeaan prototypointiin tekijöille joilla ei ole taustaa elektroniikan tai koodauksen saralta. Nykyään Genuinoa käyttävät niin harrastelijat kuin ammattilaiset erilaisissa projekteissa mm. robotiikan ja automaation sovelluksissa (*arduino.cc 2017*).

Kasvatusyksikköön asennetaan Genuino mikrokontrolleri ja sensori joka mittaa vesisäiliön veden määrää. Mikrokontrolleri koodataan siten että veden loppuessa merkkiledi syttyy palamaan ja käyttäjä tietää täyttää säiliön. Käyttäjällä on muutama päivä aikaa reagoida merkkiin koska vaikka säiliö on tyhjä, multa pysyy kosteana jonkin aikaa. Säiliön täyttämisen jälkeen ledi sammuu automaattisesti. Automaattista vedenmäärän tarkkailua käytettäessä ajansäästö on huomattava varsinkin tilanteessa jossa kasvatusyksiköjä on useita koska yhdellä silmäyksellä käyttäjä saa selville mikäli jokin vesisäiliöistä on tyhjentynyt.



Genuino UNO mikrokontrolleri [domirobot.com](http://domirobot.com)



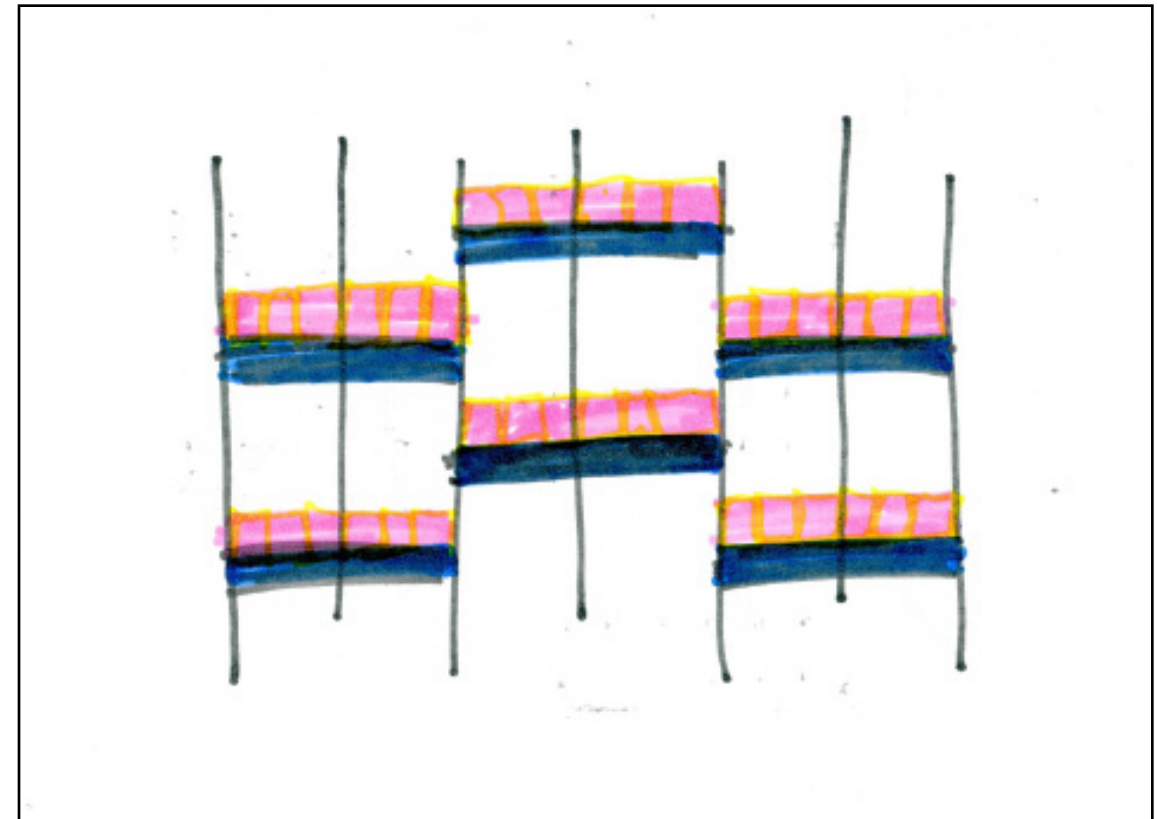
Vedentassensori | [stop.com](http://stop.com)

## 5.6 Kasvatusyksikkö -konsepti (Suunnittelu ja valmistus, proton tuottaminen)

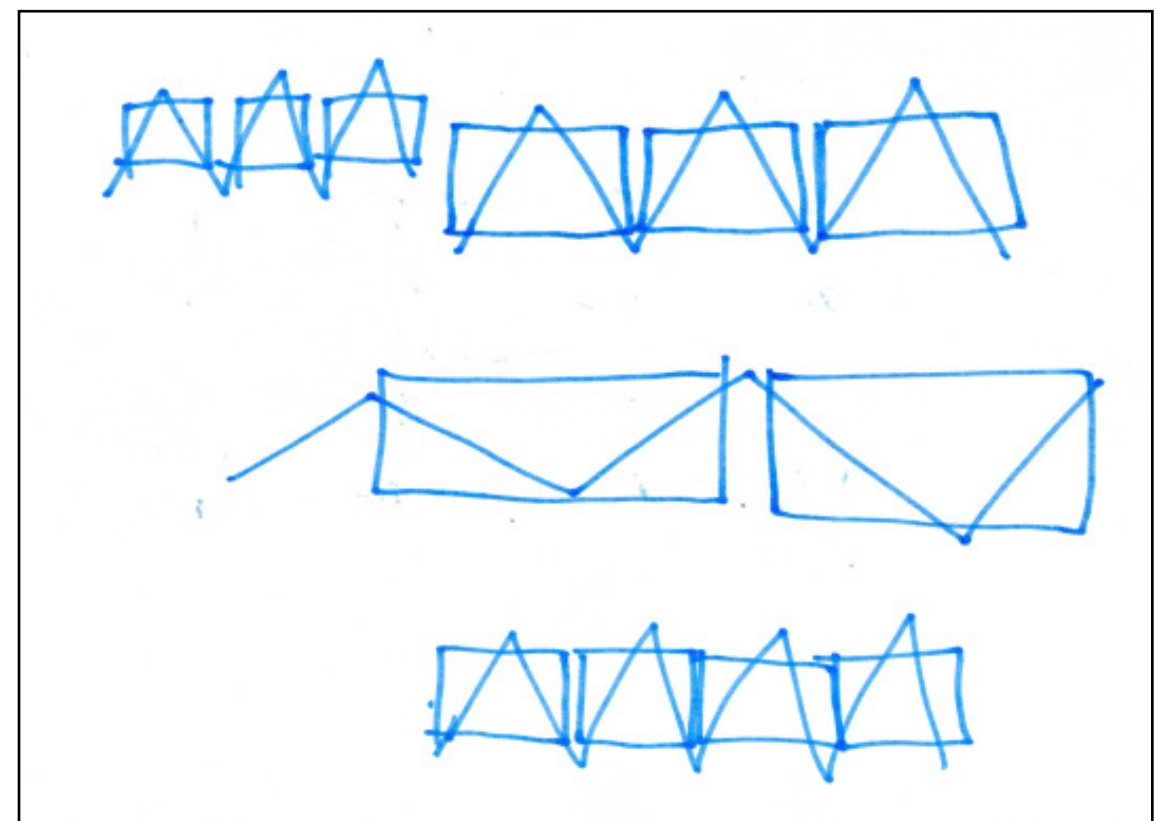
Benchmarkkauksen ja kasvien valitsemisen jälkeen aloitin suunnittelun kirjoittamalla tavoitteeni paperille. Mietin mitä tuotteen tulisi sisältää ja mitä jättäisin pois. Suunnitelmissa hahmotin tulevia käyttötapoja ja kasvien tarpeita piirtämällä luonnoksia ja mallintamalla 3D-ohjelmalla pikamalleja. Suunnittelua ohjaavat tekijät määrittivät rajat mahdollisille muodoille ja toiminnoille. Tiedon lisääntyessä rajasin vaihtoehtoja pois ja tarkensin jäljelle jääviä suunnitelmia.

Alkuvaiheessa mielessäni oli kasvatustila joka olisi täysin kontrolloitavissa. Suljettu tila jonka ilmanlämpöä, ilmankosteutta ja valojaksoja hallittaisiin mikrokontrollerilla. Toiminta olisi mahdollisimman automatisoitua. Mallinsin tuotteen ja tein ensimmäisen hahmomallin 3D-mallinnuksien perusteella. Kolme hahmomallia myöhemmin koko näytti mielestäni hyvältä ja sain samanlaista viestiä myös muilta ihmisiltä. Mitä pidemmälle kehitelin tätä suunnitelmaa sitä selvemmältä alkoi näyttää että tuote ei täyttäisi asettamiani vaatimuksia tuotteen hinnan tai yksinkertaisuuden suhteen.

Oli aika palata ajatustyöhön ja miettiä mikä oikeasti olisi tarpeellista. Tutkittuani asiaa ja mietittyäni vaihtoehtoja luovuin suljetusta rakenteesta. Se ei olisi välttämätöntä. Säilytin kaiken muun suunnitelmistani ja palasin piirrustuspöydän ääreen. Luonnostelin ja mallinsin tuotteita ja pidin tavoitteeni mielessä. Useiden luonnosten jälkeen löysin mielestäni hyvän rakenteen joka olisi edullinen tuottaa, ei pitäisi mitään ylimääräistä sisällään ja mahdollistaisi moduuliratkaisun.



Jalkarakenteen hahmotusta

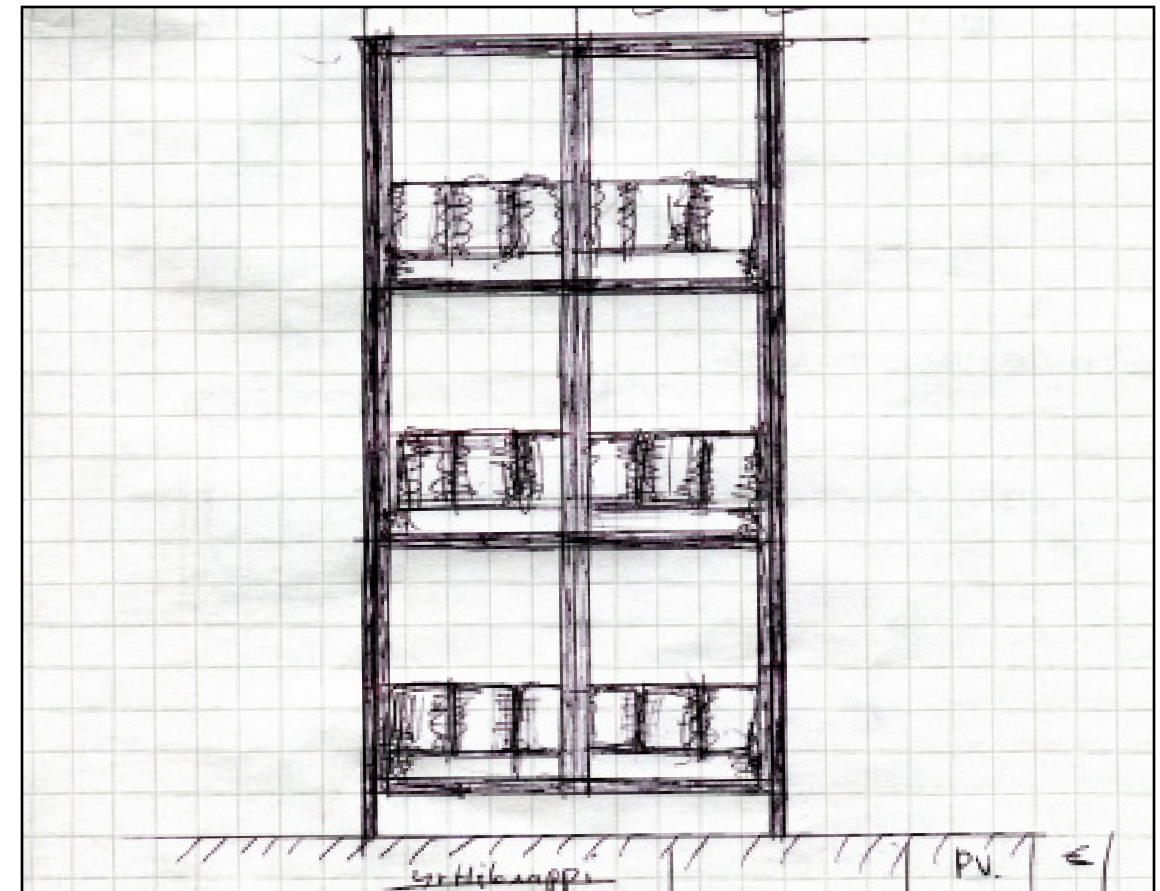


Jalkarakenteen hahmotusta



Tuote koostuisi neljästä elementistä. Tasosta joka sisältäisi vesiastian ja jonka päällä ruukut olisivat sekä valaisinyksiköstä joka pysyisi kasvien yläpuolella neljän pystytankon avulla. Suunnitelma huomioi kasvin tarpeet ja tuotteen käyttäminen vaikutti kohtalaisen yksinkertaiselta.

Tein muutamia hahmomalleja moduuleista. Mielestäni tämä on yksi tärkeimpiä vaiheita muotoiluprosessissa. Tuote saa hahmon ja rangon jonka ympärille kaikki muu suunnitellaan. Jos hahmomallivaiheessa tekee virheen ei sitä pysty korjaamaan myöhemmin. Useita hahmomalleja ja mallinnuksia myöhemmin lopputulos vaikutti tyydyttävältä. Suunnittelin valaisimen osaksi kasvatusyksikön runkoa hyödyntämällä olemassa olevia rakenteita. Näin osien määrä pysyy vähäisenä ja muotokieli hallittuna. Käytin samaa periaatetta vesialtaan suunnittelussa. Allas olisi alasarjan sisällä täysin näkymättömissä. Ruukkujen suunnittelussa piti huomioida muotittomuus joten muoviset ja keraamiset ruukut jäivät pois laskuista. Löysin yhdysvaltalaisen kangasruukkuja valmistavan yrityksen joka oli kangasruukku -innovaatiollaan voittanut useita palkintoja. Hengittävän kangasruukun etuihin kuuluu mm. "air pruning", eli "ilmatrimmaus". Juuren kasvaessa ruukun sisäpintaan se tulee kosketuksiin ilman kanssa ja lopettaa kasvamisen. Tämän seurauksena juuri haarautuu useiksi pienemmiksi sivujuuriksi jotka keräävät enemmän vettä ja ravinteita kasvin käyttöön (*smartpots.com 2017*). Samalla vältetään muoviruukuista tuttu ilmiö joissa pääjuuri kiertyy kerälle ruukun pohjalle jossa ravinteita ei ole tarjolla. Ilmatrimmauksen ansiosta multatilaan tulee enemmän ja tasaisemmin juuristoa. Kasvi kasvaa nopeammin ja suuremmaksi. Kangasruukku ehkäisee myös ylikastelua koska ylimääräinen kosteus haihtuu ruukun seinien kautta pois. Valitsin kankaaksi ulkokäyttöön suunnitellun polypropeenista valmistetun maisemointikankaan. Ompelin kankaasta



Ensimmäisen konseptin luonnos



Ensimmäisen konseptin hahmomalli

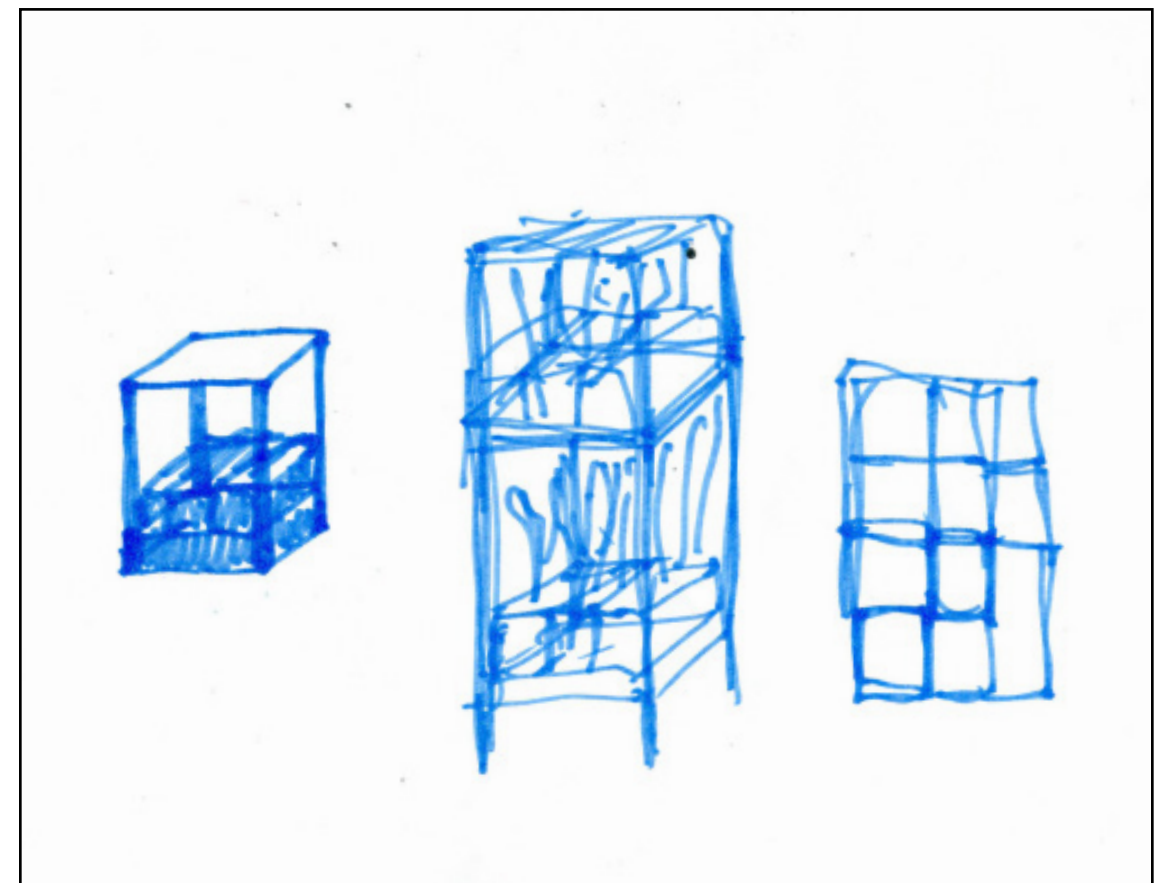
koeruukun ja se osoittautui toimivaksi materiaaliksi. Mikrokontrollerin sijoitin alimmaisen kasvatusmoduulin pohjaan josta se voi ohjata maksimissaan neljää moduulia. Jokaisessa altaassa on oma sensorinsa. Idea mikrokontrollerin käytöstä syntyi marraskuussa 2016. Tätä ennen en tiennyt mikrokontrollereista tai koodauksesta juuri mitään. Päätin tutustua aiheeseen ja opettelin koodaamaan sen verran että sain vedentaso-sensorin toimimaan haluamallani tavalla. En nähnyt järkeväksi käyttää koodaamisen opetteluun enempää aikaa koska tuotteessa riitti suunniteltavaa monella muullakin saralla.

Hahmomallivaiheen jälkeen aloitin varsinaisen proton valmistamisen. Valmistin puuosat koulun puupajalla ja metalliosat tilasin laserleikattuna. Suunnittelin yksityiskohtia työn edetessä. Olen huomannut tämänkaltaisen työskentelyn sopivan omaan rytmiini. Mallinnusta tehdään tiettyyn pisteeseen jonka jälkeen pajalla oikeiden kappaleiden ollessa käsillä pienet yksityiskohdat on helppo miettiä tapauskohtaisesti. Moduuleita on viisi kappaletta jotta voin tarkastella tuotteen modulaarisuutta sekä kasvattaa useita kasvilajikkeita. Valmistunut proto antaa lähtökohdan jonka avulla voin tutkia tuotteen toimivuutta ja edetä seuraavaan kehitysversioon.

Kasvatusyksikön rakenne on suunniteltu litteää pakkausta silmälläpitäen. Valaisinelementti on valmiiksi kasattu samoin kuin allaselementti. Jalat kiinnitetään näihin elementteihin kahdeksalla pultilla. Kankaiset ruukut voidaan taittaa kasaan jolloin menevät pieneen tilaan.



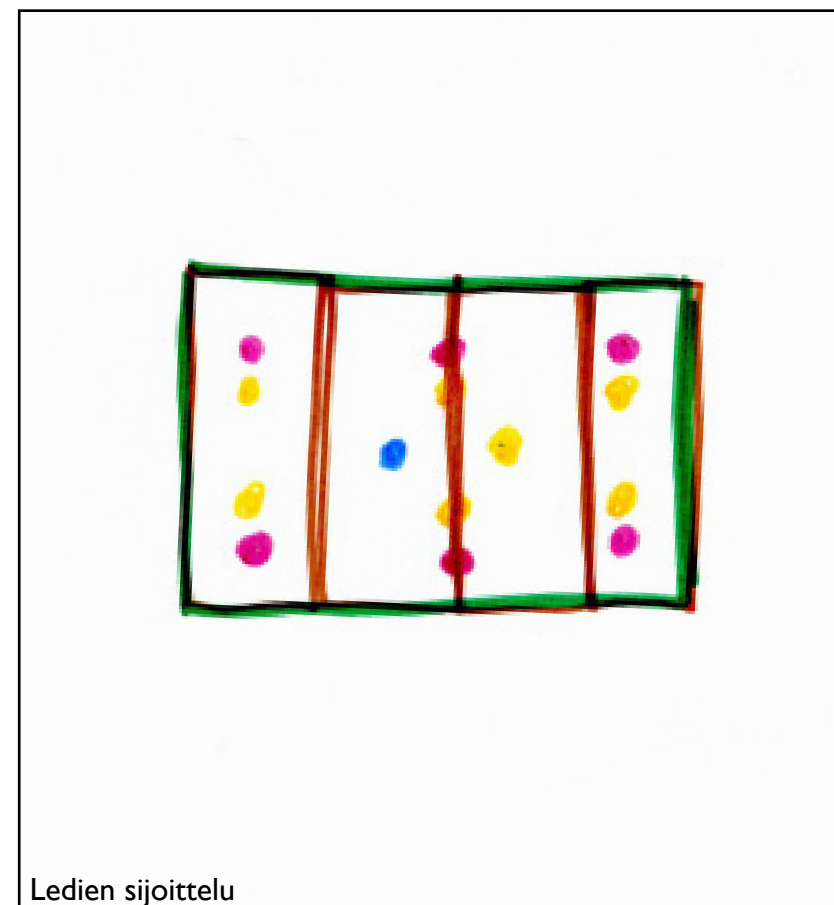
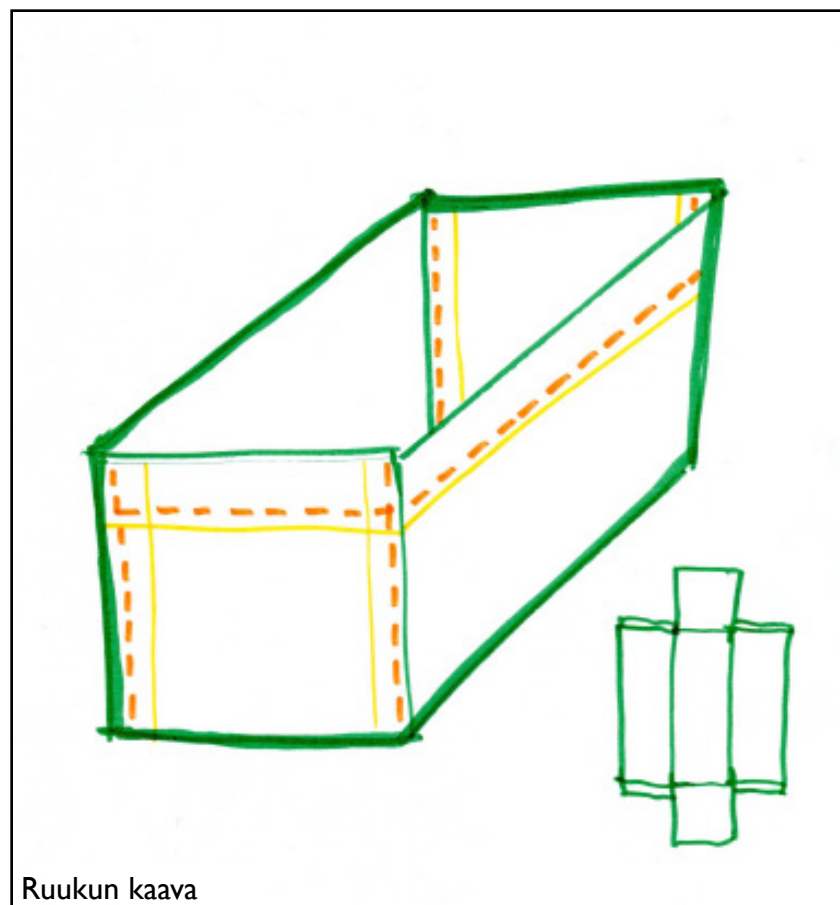
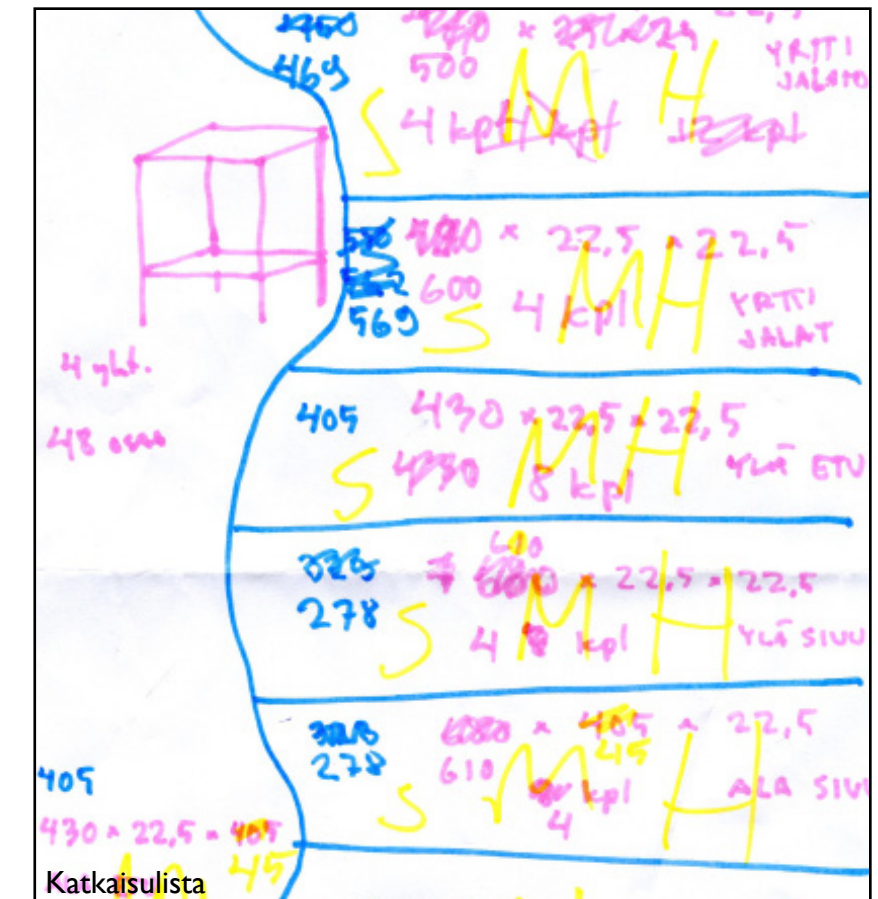
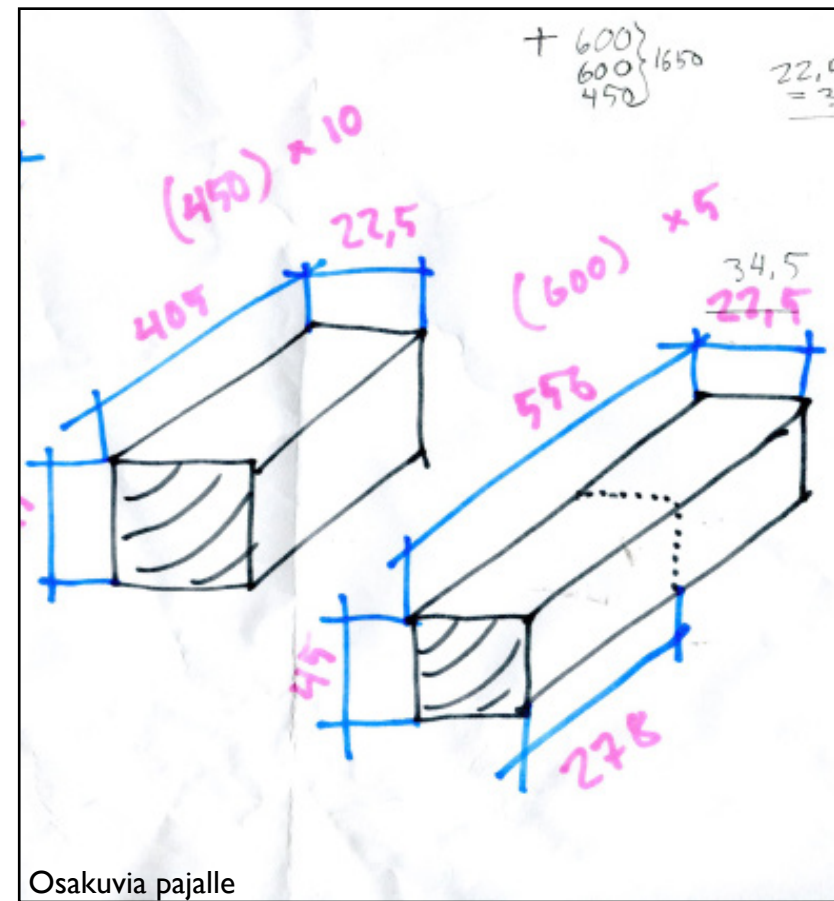
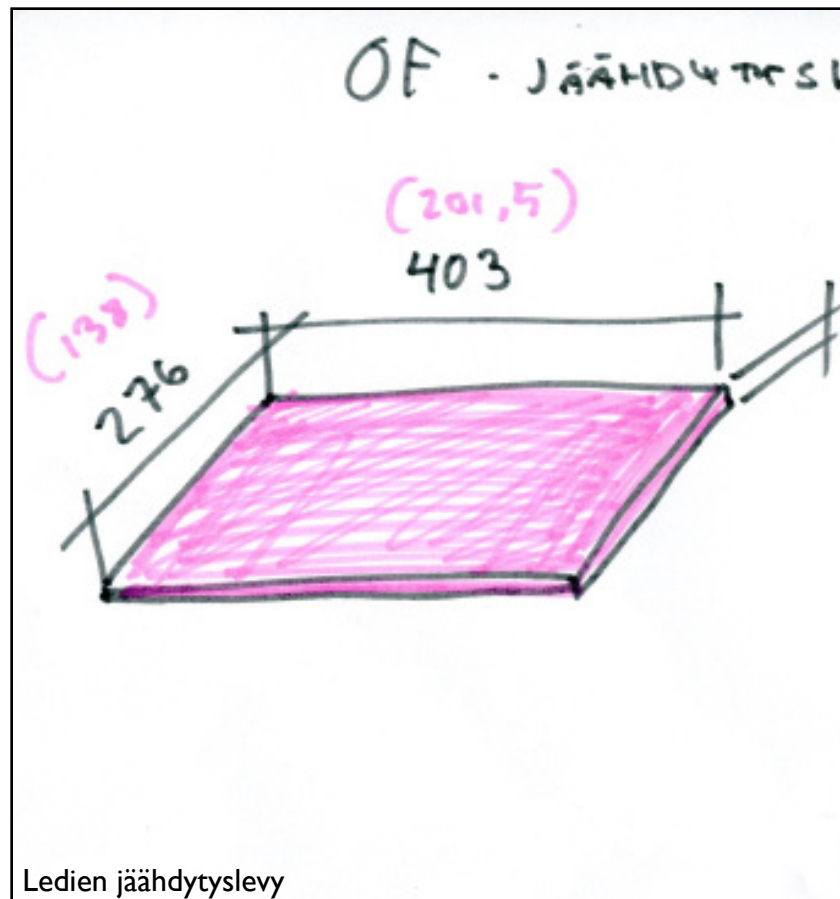
Modulaarisen konseptin varhainen luonnos



Modulaarisen konseptin luonnos



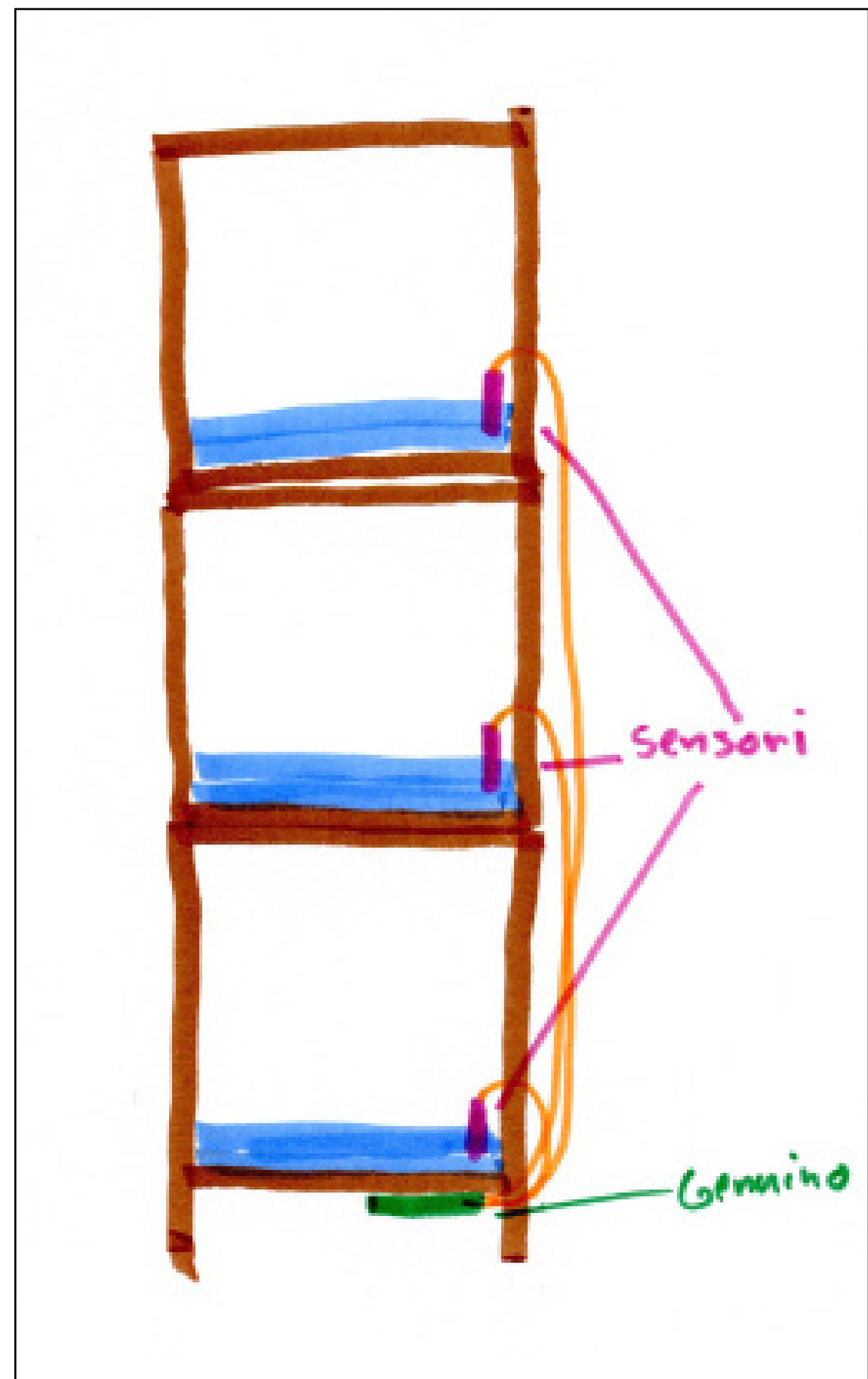
# Luonnoksia prosessista



## Genuino ja Vedentaso sensori



Sensorin ja mikrokontrollerin paikka



Yksi mikrokontrolleri ohjaa useita yksiköitä



## Pikamallinnuksia prosessista



Ruukkujen toiminnan hahmottamista



Valaisintutkielma



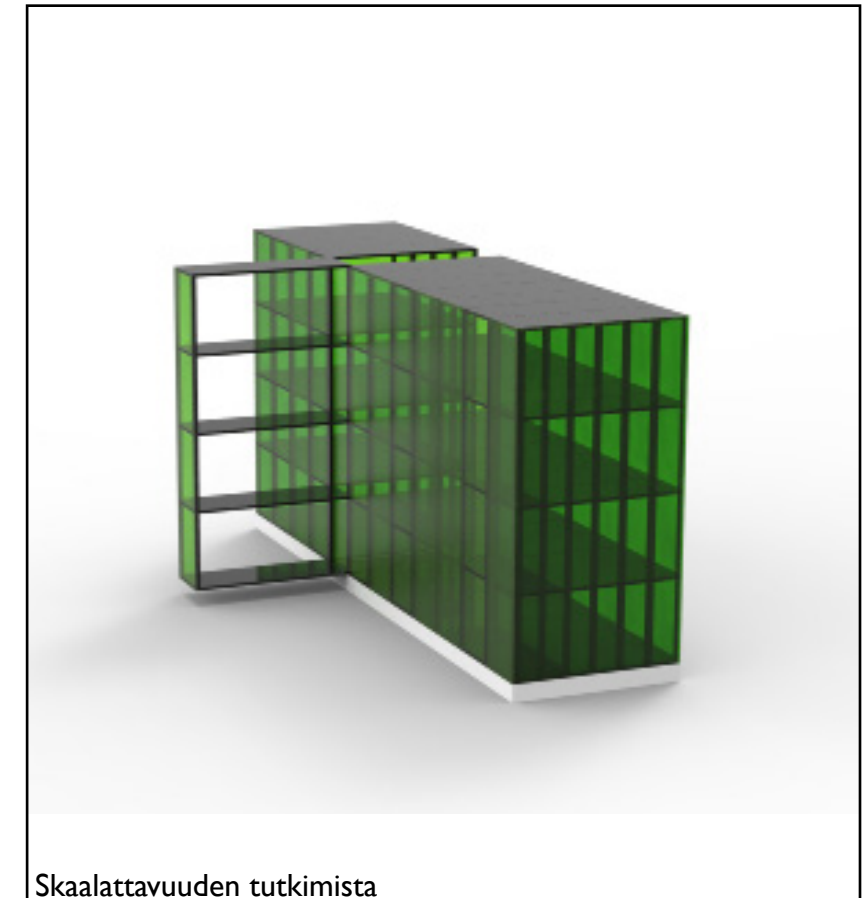
Rakennetutkielma



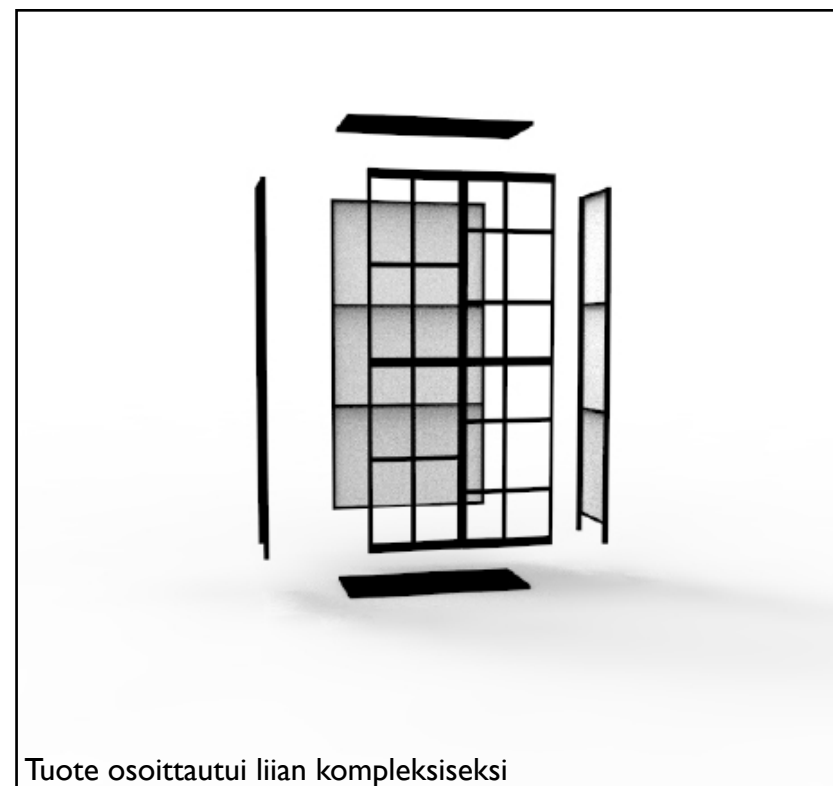
Rakennetutkielma



Rakennetutkielma



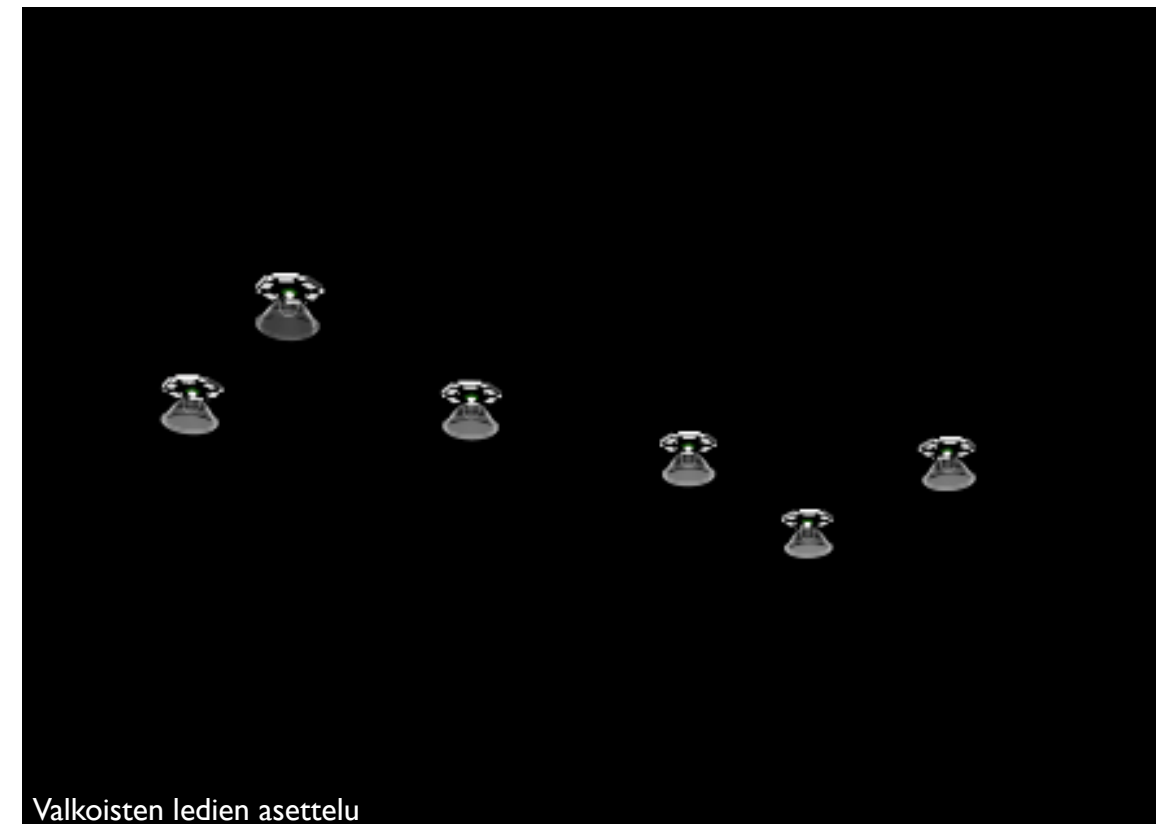
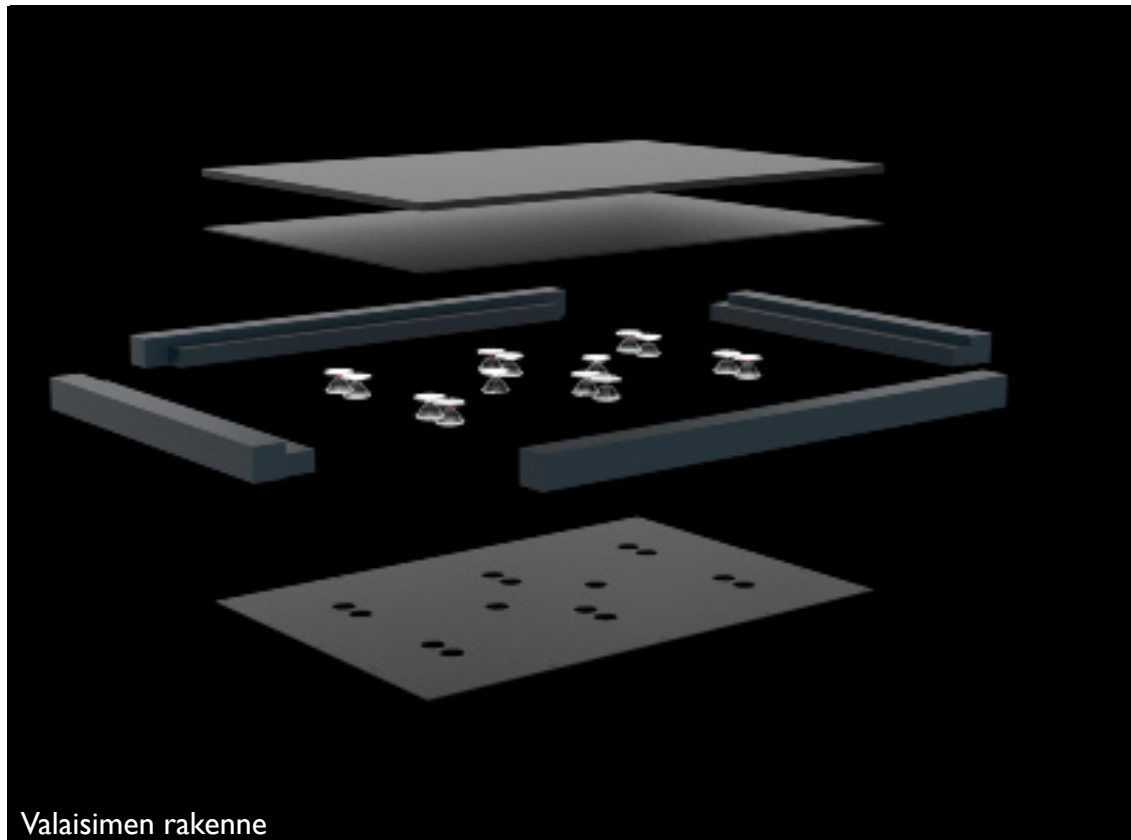
Skaalattavuuden tutkimista



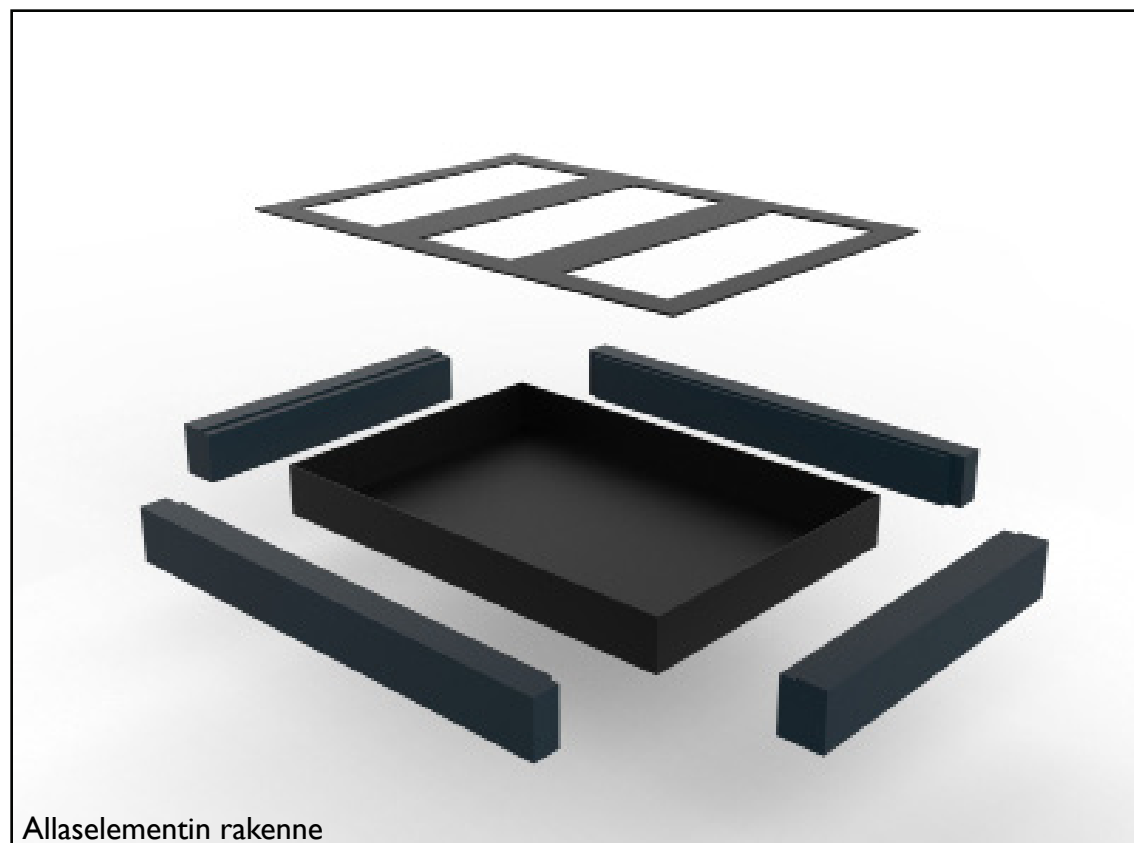




## Valaisimen rakenne



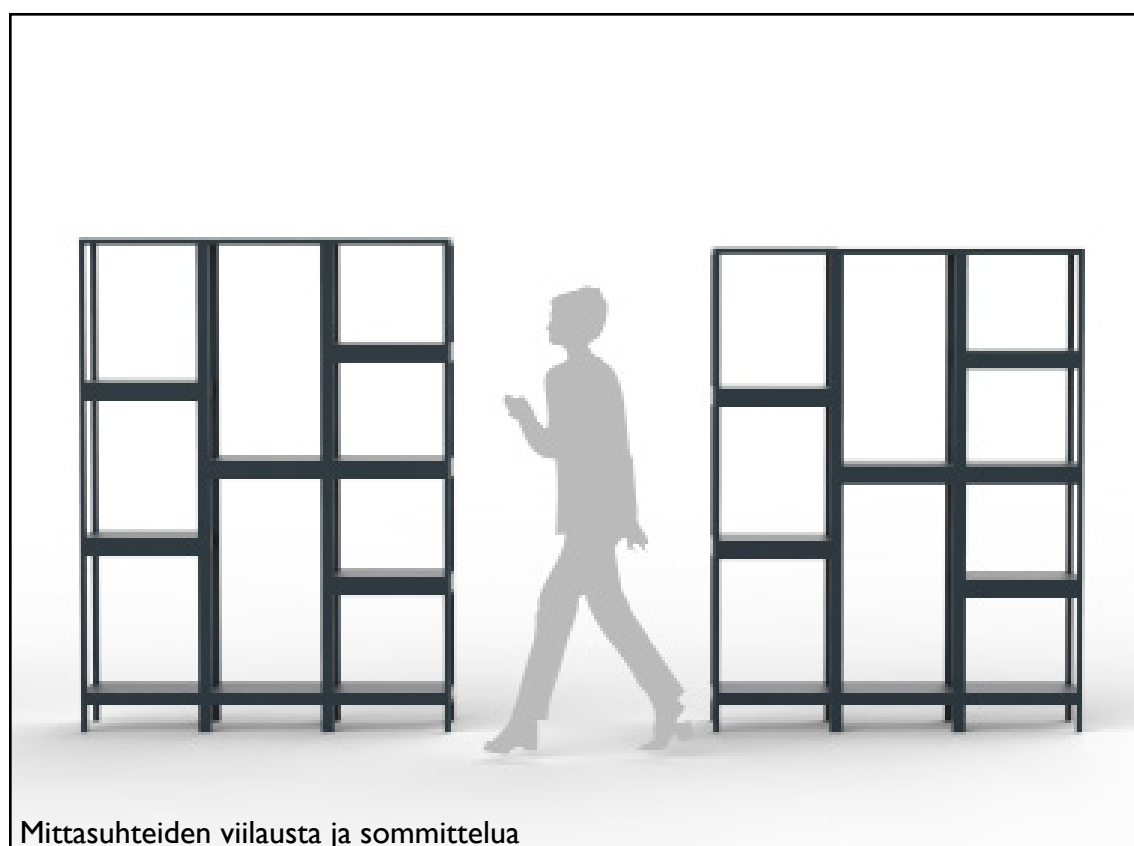




Allaselementin rakenne



Ensimmäinen hahmomalli



Mittasuhteiden viilausta ja sommittelua



Hahmomalli toiminnassa

# 6. Lopputulos

## 6.1 Konseptin esittely

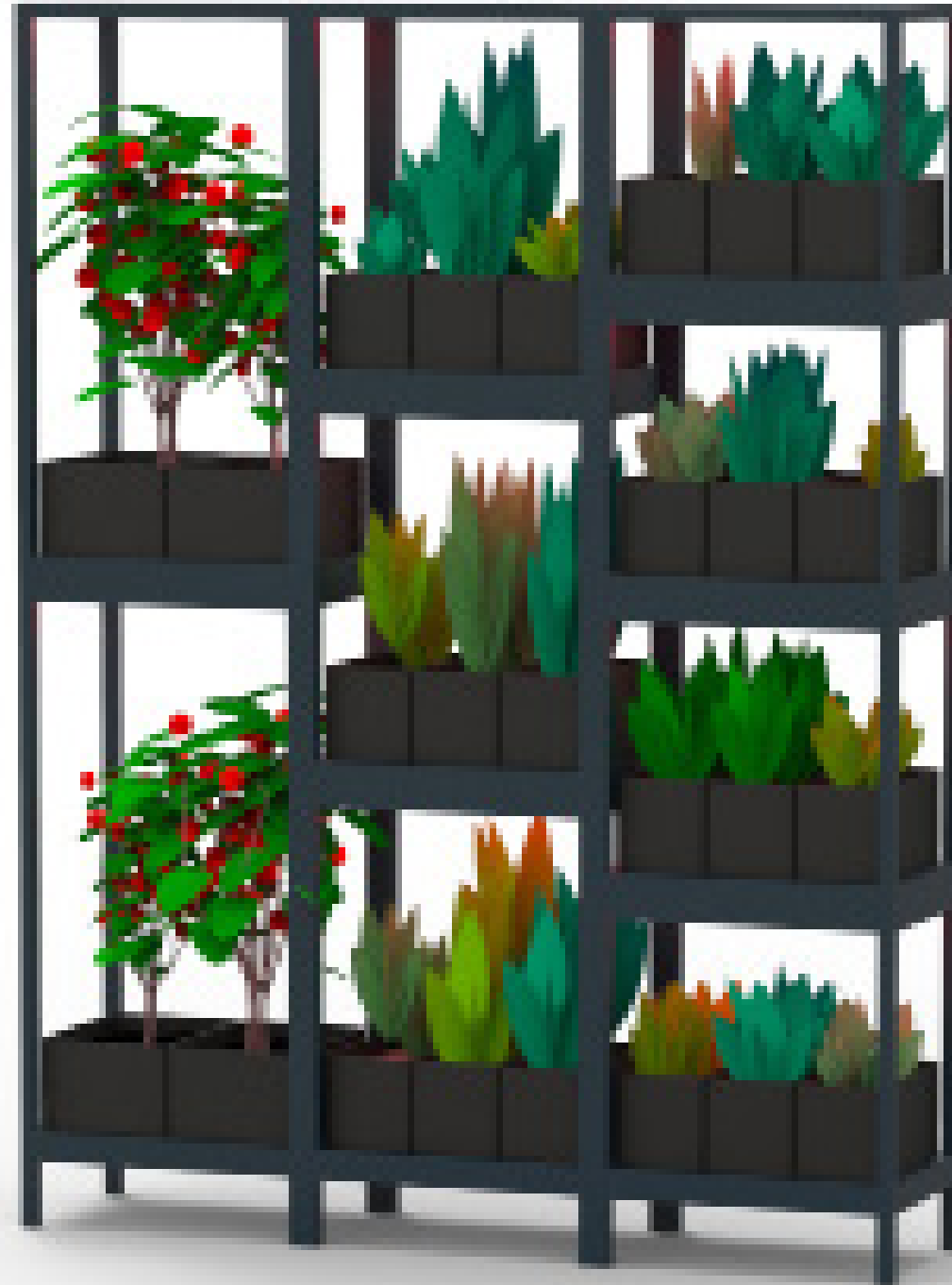
Suunnittelemani kasvatusjärjestelmä ottaa huomioon kaikki kasvatukseen liittyvät seikat. Se sisältää kasvatustilan sekä mullan ja biojätteen kierrättämisen. Kasvatustila on osa modulaarista järjestelmä jossa yksiköiden määrä voi olla yksi tai enemmän riippuen kasvattajan tarpeista. Jokainen yksikkö sisältää valaisimen, käyttöä helpottavaa elektroniikkaa sekä altakasteluperiaatteella toimivan kastelun.

Moduulit eivät ole identtisiä vaan niissä on variaatioita. Lattialle sijoitettavassa moduulissa on jalat jotka mahdollistavat siivoamisen moduulin alta. Lattiayksikön päälle kasataan moduuleita jotka muodostavat laajemman kokonaisuuden. Moduuleista on kolme kokovariaatiota joissa kasvatetaan eri kokoisia kasveja. .



Lopputulos





## 6.2 Jatkokehitys

Opinnäytetyöhön valmistunut konsepti on lähtökohta jonka avulla voin tutkia hyötykasvien kotikasvatusta. Käyttämällä järjestelmää saan kokemusta jonka perusteella voin kehittää järjestelmää eteenpäin. Kehitettäviä osa-alueita ovat ainakin käyttämisen koreografia, tuotteen fyysinen koko suhteessa kasvien tarpeeseen, mahdollisimman energiatehokas ja käyttäjäystävällinen valaistus, uudet viljelymenetelmät, automaation mahdollisuudet käyttäjäkokemuksen parantamiseen ja tuotteen soveltuvuus kotiympäristöön.

Mikrokontrollerin luomat mahdollisuudet ovat käytännössä rajattomat. Hyödyntämällä sensortechnologiaa voin suunnitella yksiköstä älykkäämmän. Se voi esimerkiksi ottaa huomioon vallitsevan valon jolloin yksikkö säättää valaistusta tarpeen mukaan. Kirkas kesäpäivä voi tuottaa itsessään riittävästi valoa mikäli kasvatusyksikkö on ikkunan lähellä jolloin on turhaa pitää kasvatusyksikön valoja täydellä teholla.

Olen suunnitellut konseptin pitäen mielessä myös vesiviljelyyn laajentamisen mahdollisuuden. Kasvatusyksikkö voidaan kohtalaisen helposti muuttaa soveltuvaksi vesiviljelykäyttöön jolloin se palvelisi laajempaa käyttäjäkuntaa.

Kaiken kaikkiaan pyrin jatkokehittämään järjestelmästä mahdollisimman edullisen, laadukkaan ja käyttäjäystävällisen tuotteen jonka pääasiallinen tarkoitus on tuottaa terveellistä ja ravintoa kohtuullisilla kuluilla.



# 7.Arviointi

## 7.1 Lopputulos

Olen tyytyväinen lopputulokseen. Saavutin kaikki tavoitteet joita asetin kasvatusjärjestelmälle ja -yksikölle. Kasvatusjärjestelmä sitoo yhteen tekijät jotka liittyvät kasvien kasvattamiseen luoden näin oman suljetun ekosysteeminsä. Se huomio megatrendejä ja pyrkii ratkomaan kaupunkiviljelyn asettamia haasteita. Se on ekologinen tapa tuottaa omaa ravintoa.

Kasvatusyksikkö sisältää oleelliset komponentit joita kasvien kasvattaminen vaatii. Siinä yhdistyvät low tech ja hi tech -ratkaisut. Tuote on teknisesti tässä päivässä samalla kunnioittaen kalustesuunnittelun perinteitä. Tuotantoteknillisesti olen huomionut modernit menetelmät jotka mahdollistavat tuotteen jatkuvan tuotekehityksen. Tuotteen muotokieli kunnioittaa materiaalien ominaisuuksia ja näin ollen sopii funktionaalisen muotoilun perinteeseen.

Tietenkin vasta tuotteen käyttö näyttää kuinka hyvin onnistuin. En oleta että tuote olisi valmis. En oleta mitään. Muotoilutyön luonteeseen kuuluu että tutkitaan jonka jälkeen tehdään ratkaisu. Sitten kokeillaan, tutkitaan ja tehdään lisää ratkaisuja. Kierto jatkuu niin kauan että tuote saavuttaa sille asetetut vaatimukset. Mielestäni onnistuin suunnittelemaan lähtökohdan jonka avulla voin aloittaa prosessin seuraavan vaiheen joka on kokeilu, tutkiminen ja seuraavan version tekeminen.

## 7.2 Prosessi

Tavoitteeni opinnäytetyöprosessissa oli välttää ne virheet joita olen huomannut tekeväni aiemmissa muotoiluprosesseissa. Suurin virheeni on ollut se että yritän miettiä tuotteen valmiiksi pääni sisällä ja tietokoneen ruudulla. Monesti tämä on tarkoittanut sitä että olen kiinnittänyt hahmomallivaiheeseen ja kokeilemiseen ihan liian vähän huomiota. Pään sisällä tai tietokoneen ruudulla olevat näkymät eivät aina välttämättä realisoidu niin kuin ajattelisi. Opinnäytetyöprosessissa onnistuin välttämään nämä virheet.

Aloitin opinnäytetyön tekemisen elokussa 2016 ja tein sitä lähes päivittäin aina kun aikaa oli. Ensimmäiseksi valitsin aiheen erittäin huolellisesti. Aiheen tulisi olla sellainen joka todellakin kiinnostaisi ja kantaisi koko projektin ajan ja mielellään sen jälkeenkin. Nyt, opinnäytetyön lähestyessä loppua olen entistäkin kiinnostuneempi kehittämään hyötykasvien kotikasvatukseen liittyviä järjestelmiä ja aion jatkaa aiheen parissa opinnäytetyön jälkeen.

Aiheen valinnan jälkeen prosessi eteni johdonmukaisesti. Tutkin, rajasin aihetta ja jäsentelin muotoiltavaa tuotetta sekä prosessia. Viime vuoden lopulla olin saanut prosessin siihen vaiheeseen että pystyin aloittamaan hahmomallien tekemisen. 2017 vuoden alussa menin pajalle ja tein hahmomalleja ensimmäisestä kasvatusyksikkö konseptista. Ensimmäinen konsepti joka oli "täydellisen kontrollin" -kasvatustila osoittautui liian haasteelliseksi toteuttaa. Tuotteesta oli tulossa liian kallis, liian monimutkainen, liian paljon työtä vaativa. Huomasin ettei tätä konseptia kannattaisi jatkaa.

Maaliskuussa 2017 olin suunnitellut uudenlaisen lähestymistavan kasvatusyksikköön johon jätin ensimmäisen konseptin kaikki hyvät asiat ja karsin epäolennaiset asiat pois. Tein hahmomallit ja aloitin lopullisen tuotteen valmistamisen vielä samassa kuussa. Huhtikuussa olin hyvin aikataulussa ja tuote valmistui ajallaan.

Tein prosessin aikana virheitä ja onnistumisia. Tietyt ongelmat ratkesivat nopeasti ja osaan ongelmista ei tuntunut löytyvän järkevää ratkaisua millään. Usein kumminkin tekeminen vie prosessia eteenpäin enemmän kuin jatkuva pohdiskelu. Tekemällä tuotetta eteenpäin, vaikka ratkaisua ei ole olemassa ongelma jollain tavalla konkretisoituu fyysiseksi asiaksi ja ikäänkuin vapauttaa aivokapasiteettia ratkaisun löytämiseen. Ongelman ollessa fyysisessä muodossa on myös helppo kysyä apua ja mielipiteitä. Tärkeintä on löytää tuotteen ongelmat. Jos niitä ei löydetä niitä ei voi korjata.

Opin paljon kasveista, kasvattamisesta, kasvatusjärjestelmistä, kasvatusvaloista ja ruukuista. Opettelin koodauksen alkeita, mikroprosessoreiden ja sensoreiden toimintaperiaatteet. Tein töitä päivisin ja välillä heräsin keskellä yötä jonkin ratkaisun ilmestyessä mieleeni. Mutta ehkä suurin oppiminen tapahtui prosessinhallinnassa.



# Lähdeluettelo

## Lähteet

1. <https://agfundernews.com/six-mega-trends-indoor-agriculture.html> [Viitattu: 09.04.2017]
2. <http://inhabitat.com/ikeas-space10-is-creating-on-site-aquaponic-farms-for-restaurant-supply> [Viitattu 09.04.2017]
3. <http://takalaiska.blogspot.fi/2016/01/miksi-bokashi-adam-footer-bokashi.html> [Viitattu 15.2.2017]
4. <https://emrojapan.com/what/> [Viitattu 15.2.2017]
5. <https://www.bokashigarden.fi/tietoa-bokashista> [Viitattu 15.2.2017]
6. <https://emrojapan.com> [Viitattu 15.2.2017]
7. <http://takalaiska.blogspot.fi/2016/01/bokashi-aloittajan-opas.html> [Viitattu 15.2.2017]
8. <http://takalaiska.blogspot.fi/2016/01/bokashi-aloittajan-opas.html> [Viitattu 15.2.2017]
9. [http://jwilson.coe.uga.edu/emat6680/parveen/fib\\_nature.htm](http://jwilson.coe.uga.edu/emat6680/parveen/fib_nature.htm) [Viitattu 27.3.2017]
10. <https://emrojapan.com/agriculture/> [Viitattu 15.2.2017]
11. <https://www.sitra.fi/julkaisut/megatrendit-2016/> [Viitattu 12.12.2016]
12. Piippo, S. 2011. Elinvoimaa mausteista. Helsinki: Minerva kustannus oy

13. [http://wikikko.info/wiki/Kasvien\\_kasvutekijät](http://wikikko.info/wiki/Kasvien_kasvutekijät) [Viitattu 20.11.2016]

14. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Säteily> [Viitattu 08.04.2017]

15. <https://anna.fi/koti-ja-sisustus/piha-ja-puutarha/suuri-yrttien-kasvatusopas> [Viitattu 15.10.2016]

16. <http://www.greenhousegrower.com/production/plant-culture/growing-seedlings-under-leds-part-two> [Viitattu 11.11.2016]

17. <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction> [Viitattu 01.04.2017]

18. <https://smartpots.com> [Viitattu 12.3.2017]

## Kuvalähteet

### s.5

<http://www.medicalnewstoday.com/content/images/articles/266/266425/basil-lead-on-cutting-board.jpg>

[https://cdn.jamieoliver.com/news-and-features/features/wp-content/uploads/sites/2/2015/07/featured\\_herbguide.jpg](https://cdn.jamieoliver.com/news-and-features/features/wp-content/uploads/sites/2/2015/07/featured_herbguide.jpg)

### s.6

<assets.inhabitat.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2016/06/The-Farm-Space10-aquaponics-farm-889x741.jpg>

<http://www.designboom.com/wp-content/uploads/2017/02/ikea-space10-the-grow-room-flat-pack-spherical-garden-designboom-04.jpg>

<http://assets.inhabitat.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2016/05/Urban-Produce-Indoor-Vertical-Garden-Shelves-889x593.jpg>

[https://newsroom.cisco.com/documents/10157/14740/robots-indoor-farming\\_1200x675\\_hero\\_020917.jpg/2b8db6d2-0e19-472a-914c-24ecb-86852b9?t=1486585786181](https://newsroom.cisco.com/documents/10157/14740/robots-indoor-farming_1200x675_hero_020917.jpg/2b8db6d2-0e19-472a-914c-24ecb-86852b9?t=1486585786181)

### s.7

<https://www.gardenculturemagazine.com/wp-content/uploads/perfecting-led-grow-lighting-phillips-research-center.1600.jpg>

### s.8

<https://www.citycrop.io/wp-content/uploads/2016/04/dwc-hydroponics-e1459512409966.jpg>

[http://www.biogreen.de/media/catalog/product/cache/2/image/700x700/9df78e-ab33525d08d6e5fb8d27136e95/p/planzenleuchte\\_0117\\_1.jpg](http://www.biogreen.de/media/catalog/product/cache/2/image/700x700/9df78e-ab33525d08d6e5fb8d27136e95/p/planzenleuchte_0117_1.jpg)

### s.9

<http://tregren.com/products/herbie/>

<http://tregren.com/products/genie/>

<http://nebula.wsimg.com/af8995ec08564e01e66bde425c83537c?AccessKeyId=D1AB3E-503F875755CB85&disposition=0&alloworigin=1>

[http://campaigns.fiskars.eu/var/fiskars\\_emea/storage/images/campaigns/herb-garden/5503586-6-eng-EU/HerbGarden.jpg](http://campaigns.fiskars.eu/var/fiskars_emea/storage/images/campaigns/herb-garden/5503586-6-eng-EU/HerbGarden.jpg)

<http://magazine.designbest.com/globalassets/blocks/accessories/fiskars-kitchengarden/fiskars-kitchengarden-basic-hp.jpg>

<https://plantui.com/wp-content/uploads/2014/04/Pernille-600x450.png>

### s.10

<http://www.dromhemochtradgard.se/wp-content/uploads/2016/03/ikea-krydda-vaxer-ny.jpg>

[http://www.ikea.com/fi/fi/images/products/krydda-vaxer-k-istutussetti-ruuk-kua\\_\\_0509811\\_PE636365\\_S4.JPG](http://www.ikea.com/fi/fi/images/products/krydda-vaxer-k-istutussetti-ruuk-kua__0509811_PE636365_S4.JPG)

<https://www.urbancultivator.eu/shops/urbancultivator/2930468-1.jpg>

<http://omegagarden.com/wp-content/uploads/2012/12/single-2-350.jpg>

[http://www.towergarden.com/content/tower-garden/en/\\_jcr\\_content/par2/text\\_round\\_image\\_101790036.jpimg.TGMediumThumbnail.jpg/1457119462290.jpg/1466199082404.jpg](http://www.towergarden.com/content/tower-garden/en/_jcr_content/par2/text_round_image_101790036.jpimg.TGMediumThumbnail.jpg/1457119462290.jpg/1466199082404.jpg)

[https://cdn.shopify.com/s/files/1/0156/0137/products/wf\\_png.png?v=1487151794](https://cdn.shopify.com/s/files/1/0156/0137/products/wf_png.png?v=1487151794)

### s.12

[http://www.compostinghome.com.au/media/catalog/product/cache/1/image/1200x1200/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/m/a/maze\\_indoor\\_composter\\_lime\\_-\\_in\\_kitchen-web.jpg](http://www.compostinghome.com.au/media/catalog/product/cache/1/image/1200x1200/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/m/a/maze_indoor_composter_lime_-_in_kitchen-web.jpg)

### s.15

<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/5f/f9/fb/5ff9fbc4e4d89263bcd4794a1b459b82.jpg>

<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/7e/f3/30/7ef330ea7a44f0a4709ff3b-8826da888.jpg>

<http://www.muuto.com/furniture/workshop-chair#92=17>

<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/0e/70/9f/0e709fa5fbd414e-6da5811035145d646.jpg>

s.16

<https://greenblender.com/smoothies/wp-content/uploads/2015/01/Hero-Image-Healthy-Herbs-from-Green-Blender.jpg>

[http://40.media.tumblr.com/d1d29233710807b71546d123b37de7f7/tumblr\\_n6mn55D-eCJls9h8a4o1\\_500.jpg](http://40.media.tumblr.com/d1d29233710807b71546d123b37de7f7/tumblr_n6mn55D-eCJls9h8a4o1_500.jpg)

<https://flowchainsensei.files.wordpress.com/2012/08/enso.jpg>

<https://thereisnocavalry.files.wordpress.com/2012/08/dscn7165.jpg>

[http://24.media.tumblr.com/902ecae2b8351fbb44f2382551aa9766/tumblr\\_n4a5mcjjba1rqnvb7o1\\_1280.jpg](http://24.media.tumblr.com/902ecae2b8351fbb44f2382551aa9766/tumblr_n4a5mcjjba1rqnvb7o1_1280.jpg)

[http://nordicdesign.nordicdesign.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2014/10/Norwegian-Micro-Cluster-Cabins\\_banner-400x150.jpg](http://nordicdesign.nordicdesign.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2014/10/Norwegian-Micro-Cluster-Cabins_banner-400x150.jpg)

s.17

[http://www.champ.fi/sites/vihreakeiju.fi/files/uploads/sulo\\_syv.png](http://www.champ.fi/sites/vihreakeiju.fi/files/uploads/sulo_syv.png)

<http://www.kansanuutiset.fi/images/2137730-759x500.jpg>

s.26

[https://image.nettix.fi/extra/itemimg/00/01/31/75/69/koivulankkua-1317569\\_1\\_68ac-324222b91a28.jpg](https://image.nettix.fi/extra/itemimg/00/01/31/75/69/koivulankkua-1317569_1_68ac-324222b91a28.jpg)

[http://www.decker-sa.ch/wp-content/uploads/2015/09/cache\\_19143350.jpg](http://www.decker-sa.ch/wp-content/uploads/2015/09/cache_19143350.jpg)

s.28

<https://static-communitytable.parade.com/wp-content/uploads/2013/09/make-own-dried-herbs-ftr1.jpg>

<https://crookedbearcreekorganicherbs.files.wordpress.com/2015/08/cropped-handful-herbs.jpg>

s.29

<http://ledgrowlightsguides.com/wp-content/uploads/2014/09/plant-light-wavelength-chart-01.png>

[https://d1l4hh0cykhyb0.cloudfront.net/images/uploads/component-led-xpe\\_star2.jpg](https://d1l4hh0cykhyb0.cloudfront.net/images/uploads/component-led-xpe_star2.jpg)

<https://d1l4hh0cykhyb0.cloudfront.net/images/uploads/component-led-xpe-x3.jpg>

S. 30

[http://www.domirobot.com/pictures/WAEFJBVOSY8252016222230\\_gbx00066\\_front.jpg](http://www.domirobot.com/pictures/WAEFJBVOSY8252016222230_gbx00066_front.jpg)

[http://www.wlstop.com/image/cache/Sensors/AssortedSensors/02\\_89-1000x1000.jpg](http://www.wlstop.com/image/cache/Sensors/AssortedSensors/02_89-1000x1000.jpg)